BIBLIOTHÈQUE GÉNÉRALE ILLUSTRÉE

— 5 —

LES MICROBES

1A

CE VOLUME A ÉTÉ ACHEVÉ EN MAI M.CM.XXVII, LA GRAVURE DES PLANCHES PAR LA SOCIÉTÉ DE GRAVURE ET D'IMPRESSION D'ART A CACHAN, LE TEXTE PAR F. PAILLART, À ABBEVILLE (SOMME).

LES MICROBES

par

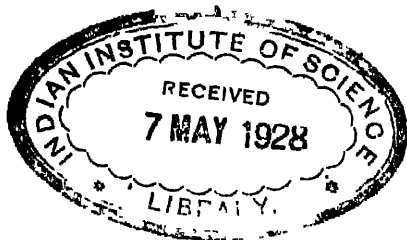
P. G. CHARPENTIER

Professeur à l'École de Médecine de Dijon
Directeur de l'Institut d'Hygiène et de Bactériologie

avec un atlas de photomicrographies

de

P. JEANTET

de l'Institut Pasteur de Paris

LES ÉDITIONS RIEDER, PARIS

7, place Saint-Sulpice, 7

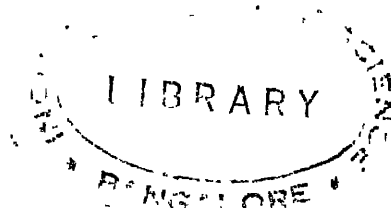
INTRODUCTION.

Aujourd'hui, tout le monde connaît le sens du mot « microbe » : on sait qu'il désigne des êtres extrêmement petits, invisibles à l'œil nu. Dans l'imagination du public ce mot évoque l'idée d'une maladie contagieuse : la prévention de la rage, la guérison de la diphtérie, la crainte du bacille tuberculeux ont tellement frappé les esprits qu'ils ont complètement oublié l'existence de microbes qui nous rendent d'inappréciables services en fabriquant le vin, la bière, le vinaigre, les fromages, etc..., et qui de plus ont été les premiers étudiés par Pasteur ; c'est pour fixer leur rôle dans les fermentations que Pasteur a imaginé les méthodes techniques grâce auxquelles il a pu aborder à la fin de sa vie ses recherches sur les maladies virulentes.

A dire vrai, il existe dans la nature un petit nombre de microbes utiles, un petit nombre de microbes nuisibles, et un grand nombre de microbes indifférents, ou du moins qui semblent tels au premier abord, car en réalité ils modifient plus ou moins le milieu extérieur et ces modifications nous touchent indirectement.

Nous laisserons de côté ces microbes indifférents ; les autres seuls nous retiendront ; leur rôle autour de nous est immense car, utiles ou nuisibles, ils règlent notre vie, les premiers en la rendant

possible, les seconds en menaçant à chaque instant de nous l'arracher.

M. Jeantet, de l'Institut Pasteur, a bien voulu contribuer à l'illustration de ce livre en nous permettant de reproduire une série de ses très belles photographies de microbes, inédites jusqu'ici ; nous ne saurions l'en trop remercier.

LES MICROBES : VIE ET HABITAT.

I. QU'EST-CE QU'UN MICROBE ?

On désigne sous le nom de *microbes* des organismes trop petits pour que l'œil puisse les distinguer sans le secours d'un instrument très grossissant, *le microscope* ; les dimensions courantes de ces êtres sont de l'ordre du millième de millimètre.

La plupart des gens, avides de grandes généralisations, attribuent à Pasteur la découverte de leur existence. Cependant dès la fin du XVIII^e^ siècle le Hollandais, Lœuwenhoeck, après avoir réussi la construction de loupes très puissantes, a décrit plusieurs infiniment petits, — et d'autres les avaient peut-être vus avant lui ; mais, au vrai, pendant plus de deux siècles, on les a observés sans se douter du rôle immense qu'ils jouent autour de nous — et en nous. Pasteur a eu la gloire de découvrir ce rôle et de montrer à quel point les microbes pouvaient nous nuire ou nous servir.

Forme des microbes.

Les microbes constituent un groupe d'êtres intermédiaires entre les animaux et les végétaux proprement dits : les uns nettement animaux, les autres nettement végétaux, le plus grand nombre tenant à la fois de ceux-ci et de ceux-là ; une étude attentive permet cependant de classer dans l'un ou l'autre règne ces individus à affinités au premier abord douteuses et

l'on peut répartir tous les microbes en deux grands groupes : les microbes végétaux et les microbes animaux.

Microbes végétaux. — Ce sont les *moisissures*, les *levures*, les *bactéries*.

Les *moisissures* plus ou moins noires, brunes, jaunes, vertes, qui tapissent les murs des caves, s'étalent sur la surface des confitures, sur les vieilles chaussures, etc..., rappellent beaucoup les champignons.

Les *levures*, auxquelles l'homme doit l'alcool, sont des cellules ovoïdes, isolées, réunies deux par deux ou groupées en chapelets ramifiés de dimensions diverses.

Enfin les *bactéries*, qui comprennent un grand nombre d'espèces dont plusieurs peuvent nuire à la santé de l'homme et des animaux, présentent la forme de sphères (microcoques), de bâtonnets droits (bacilles), de bâtonnets plus ou moins incurvés (vibrions), de spirales (spirilles), ou de figures de passage entre toutes ces formes : beaucoup portent, fixés sur leur corps, des cils vibratiles qui permettent à la cellule de se déplacer plus ou moins rapidement.

Microbes animaux. — Leur forme les rapproche des animaux les plus inférieurs, les Protozoaires.

On rencontre souvent dans les selles de certains malades atteints de dysenterie des êtres constitués par un noyau cellulaire entouré de protoplasma sans membrane d'enveloppe, ce sont des Amibes appartenant au groupe zoologique des *Rhizopodes*.

Le groupe des *Sporozoaires* comprend des êtres très divers dont l'un, l'Hématozoaire du paludisme, cause la fièvre paludéenne.

Les *Infusoires* constituent un dernier groupe de microbes au nombre desquels se trouve le Trypanosome de la maladie du sommeil.

La structure type des microbes est celle d'une cellule : un noyau entouré de protoplasma, enfermé lui-même dans une

membrane d'enveloppe. La structure des bactéries prête encore à discussion ; elle consiste probablement en un noyau diffus dans un protoplasma contenu à l'intérieur d'une membrane d'enveloppe.

Sauf de très rares exceptions les microbes sont incolores.

Multiplication des microbes.

Il y a seulement 70 ans, si vous aviez demandé à un homme instruit d'où proviennent les *animalcules* — on ne parlait pas de microbes alors —, qui en quelques heures peuplent les infusions de matières organiques animales ou végétales, il vous eût probablement répondu : « Dans certains cas ils naissent de parents semblables à eux ; dans d'autres ils sont produits par la matière organique inerte qui s'organise elle-même, ils naissent sans parent, par *génération spontanée.* » Vingt-cinq ans plus tard la réponse eut été tout autre : « Nulle part, vous aurait-on dit, la matière inorganisée ne se transforme spontanément en matière vivante : tout être vivant provient d'un être semblable à lui ; il n'existe pas dans la nature de génération spontanée. »

Une si rapide volte-face d'opinion n'avait pas eu lieu sans discussions passionnées et il n'avait fallu rien moins que l'intervention d'un homme de génie pour la produire. A l'aide de méthodes nouvelles des plus originales, Pasteur avait non pas résolu le problème de l'origine de la vie, mais prouvé qu'il ne se posait pas pour les êtres microscopiques autrement que pour les autres. De ses nombreuses expériences, il suffira d'en faire connaître une seule, celle qui a répondu aux dernières objections, pour en faire comprendre toute la puissance convaincante.

Une infusion de matière organique, une macération de foin

dans l'eau par exemple, se peuple toujours et partout en quelques heures de très nombreux microbes. D'où proviennent-ils ? De la transformation de la matière organique en matière vivante, soutenaient les partisans de la génération spontanée ; de germes semblables à eux, répondaient les adversaires de cette même génération. Qui avait raison ? Pasteur prend un ballon de verre à moitié rempli d'eau sucrée, additionnée de matières albuminoïdes et minérales extraites de la levure de bière — liquide qui, abandonné à lui-même, se peuple très rapidement de microbes — ; il étire à la lampe d'émailleur le col du ballon en une longue effilure, recourbe cette effilure en col de cygne et porte enfin le liquide à l'ébullition ; la vapeur d'eau qui se dégage chasse l'air du ballon puis s'échappe par l'effilure ; au bout de quelques minutes, il éteint le feu ; la vapeur, qui se condense dans le ballon, produit un vide que l'air extérieur vient combler en pénétrant par l'effilure. Ce ballon abandonné à lui-même reste indéfiniment stérile, aucun microbe ne paraît dans le liquide ; la chaleur n'a d'ailleurs pas rendu le milieu impropre à nourrir des microbes ; coupez en effet le col du ballon, et quelques heures plus tard une multitude de microbes le peupleront. Ceux-ci ne peuvent donc provenir que de germes tombés de l'atmosphère dans le goulot ouvert, germes qui ne sont pas parvenus dans le liquide en parcourant le col effilé, parce qu'ils se sont collés sur les parois mouillées de gouttelettes d'eau. La conclusion s'impose : la matière organique reste stérile jusqu'au moment où des germes vivants viennent l'ensemencer. Il n'existe pas actuellement de génération spontanée.

Outre ce résultat, d'une portée à la fois philosophique et scientifique incalculable, l'expérience de Pasteur en comportait un autre non moins précieux : elle enseignait la possibilité de préparer des milieux nutritifs pour les microbes, milieux restant indéfiniment stériles jusqu'au moment où on les ensemence avec un germe qui se multiplie ; toute la technique des

cultures microbiennes est sortie de l'expérience de Pasteur.

Puisque les microbes ont tous des parents, comment s'effectue leur naissance ?

Pour les organismes les plus simples, par division cellulaire ou *bipartition* : la cellule mère s'étrangle en son milieu, puis le lien qui unit les deux parties s'amincit au point de se rompre et les deux cellules filles deviennent libres ; nombre de bactéries, microcoques, vibrions, spirilles se multiplient ainsi. La division cellulaire se produit chez les levures d'une manière un peu différente : sur la cellule mère apparaît en un point un petit bourgeon sphérique, cellule fille qui grossit peu à peu jusqu'à acquérir la taille de la cellule mère ; le plus souvent des cellules filles de plusieurs générations restent accolées les unes aux autres, formant des amas plus ou moins importants.

Quelques bactéries, les levures, les moisissures, ont un mode de reproduction plus parfait que la bipartition, la *sporulation*. En un point de la masse de la bactérie ou de la levure, un travail interne se fait, qui aboutit à la formation d'un petit granule, la spore, que met en liberté la rupture spontanée de la cellule mère ; chez les moisissures, les spores ressemblent souvent à de petites sphères fixées à l'extrémité d'un filament implanté sur la plante mère. Les spores sont les formes de résistance des microbes : toutes les causes de destruction agissent sur elles plus difficilement que sur les microbes adultes.

Les microbes animaux, tels les amibes de la dysenterie, les trypanosomes de la maladie du sommeil, se reproduisent souvent par division cellulaire ; quelques-uns ont une évolution beaucoup plus complexe dont on trouvera plus loin des exemples.

La vie microbienne.

Les microbes se nourrissent, respirent, sécrètent certaines substances, se reproduisent et meurent; certains se meuvent, d'autres produisent de la chaleur, de la lumière, etc..., en un mot ils vivent, et la connaissance de leur vie offre un très grand intérêt en nous enseignant les moyens de détruire ou de multiplier à notre gré les diverses espèces.

Mais un obstacle se dresse devant qui veut aborder l'étude de ces phénomènes : on ne peut scruter la vie d'un infiniment petit comme celle d'un arbre ou d'un mammifère, parce que les manifestations de la vie d'un seul microbe sont à sa taille — extrêmement petites ; les traces d'alcool produites par un seul globule de levure, ou celles d'acide carbonique dégagées par une seule bactérie échappent à nos méthodes de mesure ; d'où la nécessité d'amplifier les phénomènes concernant chaque individu. On y parvient en opérant sur des milliards d'individus de même espèce, car alors les nombres concernant un seul, multipliés par des milliards, deviennent susceptibles de mesures très précises. Toute étude sur un microbe doit donc porter sur une multitude d'individus de *même espèce* et, grâce aux recherches de Pasteur sur les générations spontanées, on sait les obtenir à volonté. Il suffit d'enfermer dans un ballon de verre bouché avec un tampon de coton un liquide nutritif, bouillon de viande, moût de bière, décoction de fruits, etc..., et de le chauffer à 115° (certaines spores très résistantes ne sont pas détruites à 100°) pour qu'il reste indéfiniment stérile, jusqu'au moment où on l'ensemence avec une seule espèce microbienne, qui donne alors naissance à une *culture pure*.

Ensemencer une seule espèce microbienne offre bien souvent des difficultés, parce que les microbes les plus divers voi-

sinent dans la nature, et que la sélection est impossible sous le microscope. Les milieux de culture *solides* rendent alors grand service : on fait fondre à chaud de la gélatine ou de la gélose dans le bouillon nutritif et on obtient par refroidissement un milieu solide éminemment propre au développement des microbes ; si on étale sur ce milieu une semence renfermant plusieurs espèces microbiennes, de manière que chaque individu se trouve éloigné des autres, chacun donnera naissance à une *colonie* de microbes de la même espèce, qui pourra servir de semence *pure*.

L'étude de la vie microbienne a révélé des faits très inattendus. En voici des exemples :

La forme d'une bactérie change souvent avec la composition du milieu de culture : un coccus peut s'allonger en bacille, ou même en streptothrix ; la culture d'un microbe très colorée sur un milieu peut être décolorée sur un autre.

De nombreux microbes prennent l'oxygène dont ils ont besoin à l'air de l'atmosphère, ils sont *aérobies* ; pour d'autres, dits *anaérobies*, l'oxygène de l'air se montre un véritable poison.

Tous les microbes pullulent le plus activement à une température optima, comprise entre deux autres, au-delà desquelles ils ne se multiplient pas. La température optima dépend des conditions de vie habituelles de chaque microbe : ceux qui vivent dans le sol ou les eaux poussent bien aux environs de 20°, ceux qui causent les maladies poussent mieux à 34°-40°, température du corps des animaux à sang chaud.

Les microbes résistent très bien au froid : certaines spores supportent plusieurs heures une température de — 130°. La résistance à la chaleur varie avec l'humidité de l'atmosphère : des spores très sèches peuvent être portées à 130° sans périr ; humides, une température de 115° les tuerait ; les espèces dépourvues de spores meurent pour la plupart à 58°-60°.

La lumière a une action énergique sur les infiniment petits :

quelques heures d'insolation suffisent à tuer ou à rendre inoffensifs des microbes très dangereux. Il faut donc laisser entrer à flots la lumière partout où séjourne l'homme, maisons d'habitation, hôpitaux, casernes, etc... ; elle tue autour de nous les germes nuisibles.

Les rayons ultra violets produits par la lampe à vapeur de mercure ont une puissance microbicide si intense qu'on peut les employer à purifier l'eau d'alimentation des villes.

Enfin certaines substances chimiques, les *antiseptiques*, tuent tous les microbes : qui ne connaît les propriétés bactéricides du sublimé (bichlorure de mercure), de l'acide phénique, du chlore, etc... ?

La durée de la vie des microbes dépend des conditions dans lesquelles ils se trouvent. D'après des expériences de Duclaux, aucun germe conservé 23 ans, à sec, à l'obscurité, n'a été trouvé vivant ; dans une atmosphère humide au contraire certaines spores auraient bien résisté et, en poussant plus loin ce degré d'humidité, quelques gouttes de cultures liquides, enfermées dans une ampoule de verre scellée à la lampe, renfermaient encore au bout de 20 ans des bacilles vivants, bien moins résistants que des spores.

2. Les microbes dans la nature.

Des microbes se trouvent partout autour de nous : ils peuplent la surface du sol et sa profondeur, les eaux, l'atmosphère, quelques-uns pour nous nuire, la plupart pour nous rendre d'immenses services ; comment sont-ils répartis ?

Les microbes du sol.

D'après des numérations récentes faites sur des échantillons de terres prélevés dans des sols n'ayant reçu aucune fumure depuis au moins trois ans, on estime qu'une terre pauvre en germes en contient moins d'un demi-milliard par gramme et une terre très riche plusieurs milliards ; d'ailleurs les couches les plus superficielles du sol sont seules habitées, car à quelques mètres de profondeur les microbes ne trouveraient plus d'aliments.

Dans ces légions de microbes qui vivent sous nos pieds, seules quelques espèces sont dangereuses pour nous : le bacille du tétanos et certains microbes anaérobies qui, pendant la grande guerre, ont si souvent compliqué les plaies des blessés ; le plus grand nombre sont inoffensifs. Que font-ils ? Un travail agricole extrêmement important que nous exposerons plus loin.

Les microbes des eaux.

Teneur des eaux en microbes. — Les eaux superficielles des étangs, des cours d'eau sont presque toujours riches en microbes, apportés par des feuilles, des débris végétaux, des cadavres d'animaux grands et petits, par les eaux de ruissellement, enfin par des souillures de toutes sortes ; mais l'homme joue sans contredit le principal rôle dans la pollution de ces eaux, car en traversant les villes les rivières s'enrichissent prodigieusement en microbes.

La qualité de la glace alimentaire préoccupe tous ceux qui, l'été, aiment boire des boissons glacées. Or la glace, recueil-

lie sur les étangs ou les lacs, contient les microbes présents dans l'eau au moment de sa congélation et ne saurait donc être pure ; seule offrirait toute garantie la glace fabriquée avec de l'eau stérilisée.

Les sources ramènent au jour les eaux de pluie qui ont pénétré dans le sol et ont effectué dans sa profondeur un parcours plus ou moins long ; dans ce parcours l'eau a subi une filtration dont l'effet dépend de la structure du sous-sol : les sables retiennent presque tous les microbes, le calcaire en laisse souvent passer beaucoup par ses nombreuses fissures. On rencontre donc des eaux de source très pures et d'autres très impures.

Un puits est un sondage fait dans la nappe souterraine : la pureté de l'eau qu'il donne dépend de celle de cette nappe.

En résumé, les eaux superficielles sont toujours plus ou moins suspectes, tandis que l'on peut trouver de bonnes eaux de profondeur.

Des eaux potables. — On qualifie de potables toutes les eaux que l'homme peut boire sans dommage pour sa santé. En laissant de côté certaines eaux minérales que leur forte teneur en sels rend impropres à l'alimentation journalière, les eaux potables sont celles qui ne renferment pas de microbes dont l'ingestion puisse provoquer l'apparition de maladies, le plus souvent les bacilles du groupe typhique, celui de la dysenterie et plus rarement le vibrion cholérique.

Rien ne semble plus simple que de reconnaître une eau potable puisque la valeur hygiénique d'une eau dépend de l'absence de ces microbes ; rien au contraire de plus difficile la plupart du temps, car le bacille typhique et le vibrion cholérique ressemblent tellement à certains microbes inoffensifs que la microbiologie s'avoue souvent impuissante à les en distinguer. Faute du signe de certitude, on réunit plusieurs caractères de probabilité. S'il est toujours difficile de mettre en

évidence le bacille typhique et le vibrion cholérique, on sait qu'ils proviennent de l'intestin de l'homme et l'on prend le parti de regarder comme suspectes toutes les eaux dans lesquelles se trouvent des microbes intestinaux décélés par la microbiologie, celles aussi qui ont reçu des infiltrations de fumiers, de fosses d'aisances que révèle la chimie, celles enfin que la géologie déclare exposées à de telles contaminations. Le jugement porté sur l'eau s'appuie sur les résultats obtenus en interrogeant toutes ces sciences.

Pour se procurer de l'eau potable, il n'existe que deux procédés : en trouver de pures dans la nature ou purifier celles qui véhiculent des microbes dangereux.

Les eaux de rivières, constamment exposées à des contaminations de toutes sortes, sont *à priori* toujours suspectes. Quand, faute de mieux, on se décide à les prendre pour eau de boisson, il faut absolument les purifier.

En creusant un puits, on met à jour l'eau de la nappe souterraine, aussi la pureté de l'eau d'un puits dépend-elle étroitement de celle de la nappe : au voisinage d'une fosse d'aisances ou d'un fumier, celle-ci est exposée à recevoir des infiltrations malsaines et le puits à donner de l'eau de mauvaise qualité. La construction du puits demande aussi beaucoup de soin : l'absence de margelle, une maçonnerie fissurée donnent accès à des eaux de ruissellement et même d'infiltrations superficielles.

Les eaux de sources seules peuvent donner toute garantie, mais à certaines conditions : il faut d'abord qu'une série d'études très précises ait fait connaître la bonne qualité de l'eau, et ensuite que cette qualité soit surveillée, de temps en temps si la constitution du sous-sol ne fait pas redouter des causes de pollution, d'une manière constante au contraire si des fissures permettent aux eaux superficielles de se mêler aux eaux souterraines — ce qui se produit dans les terrains calcaires comme ceux qui forment le bassin de Paris.

Quand on ne dispose que d'eau malsaine, ou seulement sus-

pecte, il faut la purifier. Or c'est la présence de microbes qui rend une eau dangereuse : ce sont donc eux qu'il faut mettre hors d'état de nuire, en les éliminant ou en les tuant. La filtration enlève à l'eau ses microorganismes ; la chaleur, l'ozone, certains corps chimiques les font périr. Suivant les cas on s'adresse à tel ou tel procédé de purification.

Seuls les filtres à pores très fins peuvent retenir les microbes : les particuliers ont recours aux filtres poreux, les grandes agglomérations aux filtres à sable ou aux galeries filtrantes creusées près des cours d'eau et parallèlement à leur lit.

Le premier en date, et le plus parfait, des *filtres poreux* est la bougie Chamberland, cylindre creux en porcelaine dégourdie, fermé à une de ses extrémités par une surface plane et terminé à l'autre par une embase munie d'une tétine en porcelaine vernissée. L'eau pénètre dans la bougie par toute sa surface et, filtrée, sort par la tétine : après quelques jours d'usage la paroi poreuse s'encrasse ; il faut la brosser pour lui rendre sa perméabilité.

Les *filtres à sable* fournissent de l'eau potable à un grand nombre de villes en France et à l'étranger. Chacun d'eux consiste en un bassin à moitié rempli de matériaux filtrants de grosseurs variées, répartis suivant leur volume en couches horizontales superposées : en bas des briques, au-dessus des grosses pierres, puis des petites pierres, du gravier, du sable grossier, enfin du sable fin ; l'eau traverse le filtre de haut en bas et abandonne ses microbes dans le sable. Le filtre est dit *submergé* quand le sable est constamment recouvert d'une couche d'eau ; *non submergé*, quand l'eau tombe en pluie sur le sable sans le noyer jamais. Les filtres à sable sont d'excellents appareils d'épuration, car l'eau filtrée n'a pas une teneur en microbes supérieure à celle de fort bonnes eaux de sources.

Au lieu de puiser dans un fleuve de l'eau que l'on envoie sur des filtres à sable, on creuse quelquefois parallèlement au

lit du fleuve, et séparée de lui par une certaine épaisseur de sable, une galerie dans laquelle se collecte de l'eau qui peut être très pure.

On peut détruire les microbes dans les eaux de bien des façons : le plus souvent on a recours à l'action de la chaleur, de l'ozone, du chlore ou du permanganate de potasse.

L'*ébullition* est sans contredit un excellent procédé de purification, à la portée de tous, n'exigeant point d'appareil coûteux, et n'entraînant bien souvent aucun frais appréciable si l'on fait usage du feu allumé dans chaque ménage.

L'*ozone* est un gaz résultant de la combinaison de l'oxygène avec lui-même : on l'obtient en faisant passer dans de l'oxygène l'effluve électrique. L'ozone stérilise presque complètement l'eau, et certaines villes ont recours à lui pour rendre potable celle qu'elles distribuent aux habitants.

L'emploi du *chlore* pour la purification des eaux d'alimentation se généralise de plus en plus parce que très efficace et d'une application peu onéreuse. On ajoute le chlore à l'eau sous forme d'hypochlorite de soude (eau de javel) ou d'hypochlorite de chaux, corps beaucoup plus faciles à manier que le chlore gazeux. Le chlore des hypochlorites tue rapidement les microbes, puis forme des chlorures avec les bases des sels dissous. L'eau qui n'a reçu que la quantité d'hypochlorite strictement nécessaire pour tuer les microbes ne renferme plus de chlore libre après quelques heures et n'a aucun mauvais goût.

La chloration ne peut guère être appliquée qu'en grand, c'est-à-dire par une ville, à cause des précautions à prendre pour que l'eau ne conserve pas le goût de chlore ; l'emploi du *permanganate de potasse* au contraire convient très bien aux particuliers. Faites tomber dans l'eau suspecte un cristal violet de permanganate de potasse, il va se dissoudre et, après une demi-heure, les microbes auront cessé de vivre dans l'eau légèment violette : il suffira alors d'ajouter de la matière organique

oxydable par le permanganate, par exemple un grain de café, pour décolorer l'eau. Ainsi en moins d'une heure, on peut très aisément se procurer de l'eau potable.

Les microbes de l'air.

Les microbes du sol, entraînés par les vents dans les airs, ne peuvent y vivre bien longtemps, parce qu'ils y trouvent trois agents puissants de destruction : la dessiccation, l'oxygène et la lumière. Aussi, malgré l'incessante entrée en ligne de nouveaux venus, l'air est-il relativement peu peuplé dans les conditions ordinaires.

Dans les villes l'air a une teneur en germes beaucoup plus élevée que dans les lieux inhabités et aux différents points d'une même ville cette teneur varie avec la densité de la population : ainsi un centimètre cube d'air renferme au centre de Paris plusieurs milliers de germes, à la périphérie quelques centaines seulement.

A mesure que l'on s'élève dans les hautes régions de l'atmosphère on trouve l'air de plus en plus pur : au sommet du Mont Blanc, Binot n'a compté que 4 à 11 germes par mètre cube.

Nous avons peu de raisons de redouter les microbes de l'air : si exceptionnellement quelques-uns provenant de maladies sont dangereux, ils auront la vie courte ; les maladies ne se transmettent pas à distance.

MICROBES UTILES

Au premier rang se placent les levures dont tout le monde connaît l'œuvre, la production de l'alcool dans le vin, le cidre, la bière, l'industrie de la distillerie. Puis viennent les microbes qui fabriquent le vinaigre, et ceux qui jouent un rôle de premier plan dans les industries laitières. La boulangerie, la fermentation de la choucroute, le rouissage du lin et du chanvre, la tannerie, la fermentation des feuilles de tabac relèvent aussi d'actions microbiennes, mais moins bien connues que celles des fermentations précédentes, parce que bien plus complexes. Nous les laisserons de côté.

Enfin, parmi les êtres les plus dévoués à nos intérêts, se trouvent les innombrables microbes qui, dans le sol, prêtent un concours de tous les instants aux cultivateurs, ou qui, dans les eaux superficielles, passent leur existence à faire disparaître les résidus de la vie animale.

Autrefois on désignait sous le nom de *fermentations* des actions chimiques dans lesquelles se produisait un dégagement gazeux : telle la production d'alcool et d'acide carbonique dans la cuve du vigneron. Aujourd'hui la science, en faisant comprendre ce qui se passe dans une fermentation, a permis d'étendre la signification de ce terme à une foule de phénomènes, dans lesquels ne se produit aucun dégagement gazeux, mais qui tous sont causés par des microbes, et présentent une disproportion énorme entre le faible poids des cellules au travail et la grandeur du résultat obtenu.

I. Industries de fermentations.

Fermentation alcoolique.

La fermentation alcoolique, observée depuis si longtemps dans la cuve du brasseur, est restée un phénomène incompris jusqu'au jour où Lavoisier eut prouvé qu'elle avait pour résultat la décomposition du sucre en alcool et acide carbonique. Quelle était la cause de cette décomposition ? On fut un fort long temps avant de le savoir. Cagniard Latour et Schwann eurent beau soutenir que la levure est un être vivant qui consomme du sucre, Liebig et la plupart des savants voyaient en elle un composé chimique se multipliant pendant la fermentation

Qu'était donc cette levure ? C'est pour répondre à cette question que Pasteur entreprit des études qui, dépassant l'industrie, envahirent la médecine — et la bouleversèrent.

Il montra d'abord que la fermentation alcoolique ne consiste pas dans une réaction chimique simple, la décomposition du sucre en alcool et acide carbonique ; elle produit toujours en même temps de petites quantités de glycérine et d'acide succinique ; elle a donc une très grande complexité comme en ont les phénomènes de la vie. Puis Pasteur précisa le rôle de la levure : j'ai, dit-il, prouvé que la fermentation lactique est causée par un être infiniment petit qui, en vivant aux dépens du sucre, le transforme en acide lactique ; de même il faut voir dans la levure une cellule vivante qui pour vivre décompose le sucre en alcool et acide carbonique. D'ailleurs la levure ne produit point d'acide lactique, ni le ferment lactique d'alcool, chaque ferment a sa fonction propre. Pasteur introduisait ainsi dans la science la notion de *spécificité* qui allait illuminer toutes ses études sur les infiniment petits.

L'action de la levure sur le sucre est un phénomène vital : un savant allemand, E. Buchner, en a pénétré le mécanisme plus avant qu'on ne l'avait fait avant lui. En soumettant à des pressions considérables des cellules de levure, broyées au préalable avec du sable, il obtint un suc de levure débarrassé de globules vivants. Ce suc fait fermenter le sucre — et très rapidement : dix minutes après son mélange avec une solution sucrée, des bulles de gaz carbonique se dégagent ; il doit son pouvoir à une de ces substances, très altérables par la chaleur, appelées *diastases*, qui jouissent de la propriété d'accomplir un travail colossal eu égard à leur petite quantité et de ne point s'user sensiblement au cours de ce travail ; à cette diastase on a donné le nom de *zymase*.

Le vin. — La fabrication du vin exige quatre opérations : la préparation du moût fermentescible, la fermentation de ce moût, le soutirage du vin des cuves de fermentation et enfin son vieillissement.

Le moût est le jus exprimé du raisin en écrasant les grappes coupées par les vendangeurs ; dans ce jus se trouvent la pulpe des grains, la râfle ou bois de la grappe, la peau et les pépins — et aussi les levures qui provoqueront la fermentation.

Pendant quelques heures, parfois deux ou trois jours, le moût ne fermente point dans la cuve : les cellules, encore trop peu nombreuses pour produire un travail appréciable, se multiplient activement. La fermentation commence quand les ouvriers sont en nombre : le dégagement gazeux, d'abord discret, augmente peu à peu d'intensité jusqu'à faire ressembler la cuve à une chaudière en ébullition. Tous les éléments solides de la vendange soulevés par les gaz forment un *chapeau* sur le moût et le vin se colore en rouge.

Quand la fermentation cesse d'être tumultueuse, c'est-à-dire après quatre ou cinq jours dans le Midi, une semaine environ

dans les pays plus froids, on décuve en séparant le vin du chapeau fermenté, ou *marc* : une pompe aspire le vin et l'envoie dans les foudres placés dans la cave, puis le chapeau, imprégné de liquide comme une éponge, est mis sous le pressoir qui en exprime le vin.

Dans les foudres le vin laisse déposer toutes les particules solides en suspension, il se clarifie, se *colle*, dit-on ; on le soutire et on le loge dans une cave fraîche, où il prend peu à peu le goût de vin vieux.

Un microbe, la levure, a fait le vin, d'autres microbes le peuvent détruire : Pasteur a montré que le *Mycoderma aceti* change le vin en vinaigre, que le *Mycoderma vini*, le ferment de la *pousse* ou de la *tourne*, le ferment de l'*amertume*, celui de la maladie de la *graisse*, celui de la maladie de la *mannite* lui font chacun subir une altération déterminée.

Toutes ces maladies qui causent de grandes pertes dans les caves peuvent être évitées en suivant les conseils de Pasteur. Le Mycoderma aceti et le Mycoderma vini ne se développent qu'au contact de l'air ; on ne laissera donc jamais le vin séjourner dans des fûts ou des bouteilles à moitié remplis. Là ces microbes trouveraient tout l'air nécessaire à leur vie — pratique connue depuis des siècles, mais dont on comprend seulement aujourd'hui la raison d'être. On prévient toutes les autres maladies en chauffant le vin à 60° ; ce chauffage tue tous les germes d'altération sans modifier aucune des qualités du vin.

Le cidre. — La fabrication du cidre avec des pommes rappelle celle du vin avec du raisin. On broie les pommes pour en extraire le jus et on fait fermenter ce jus en tonneau, dans une cave à 14° environ ; quatre à cinq mois plus tard on peut boire le cidre.

La bière. — La bière est une infusion d'orge germé ayant subi la fermentation alcoolique après addition de houblon.

Elle semble dater des Gaulois : la cèrvoise que Jules César trouva en Gaule était préparée avec des grains germés, ou *brace* (d'où vient le nom de *brasser*).

L'empirisme a régné en maître dans la brasserie jusqu'à la venue de Pasteur et aujourd'hui, où l'on comprend toutes les difficultés de la fabrication, on est émerveillé de la puissance d'observation de nos ancêtres, capables de préparer une boisson de goût presque toujours agréable avec un liquide aussi altérable que le moût de bière.

Au sortir de l'épi, le grain d'orge renferme de l'amidon mais point de sucre, donc point de substance fermentescible pour la levure. La première tâche du brasseur consiste à changer cet amidon en sucre ; il y parvient par le *maltage* suivi du *brassage*.

Pendant la germination, l'embryon se nourrit de l'amidon accumulé en réserve dans la graine, mais n'assimile cet amidon qu'après l'avoir transformé en sucre en faisant agir sur lui une diastase qu'il secrète au moment voulu. L'embryon consomme le sucre sans jamais l'accumuler ; le brasseur ne saurait donc compter sur lui pour constituer une réserve de sucre, mais il peut lui confier le soin de préparer la diastase. Au cours du *maltage*, il fait germer le grain d'orge qui en germant secrète la diastase, puis dans le *touraillage* il tue l'embryon par la chaleur sèche pour l'empêcher de consommer le sucre que va produire la diastase aux dépens de l'amidon ; le grain d'orge germé, débarrassé de la jeune plantule sortie du grain, constitue le *malt*. Le *brassage* prépare le moût de bière : il consiste à faire infuser du malt broyé, dans de l'eau portée à une température favorisant l'action de la diastase sur l'amidon.

Pour soustraire le moût aux altérations que lui feraient rapidement subir les nombreux microbes qu'il renferme, on le porte à l'ébullition et on y ajoute à deux ou trois reprises des *cônes de houblon* (inflorescence femelle de la plante), dont

la *lupuline* donne à la bière sa saveur. Au sortir de la chaudière le liquide est protégé contre l'action de germes étrangers par un refroidissement très rapide à 12°-18°, et même dans certains cas à 5°-6°, puis mis en fermentation sans retard par addition de *levure de bière*.

La bière, comme le vin, est sujette à des maladies causées par des microbes. Pasteur a montré qu'on détruisait ces microbes comme ceux des maladies du vin par le chauffage de la bière à 50°-55°.

La distillerie. — Autrefois on obtenait l'alcool industriel par distillation de l'eau-de-vie ; aujourd'hui, par mesure d'économie, on le retire des mélasses (résidus de la fabrication du sucre de betterave) ou encore du seigle, de l'orge, de l'avoine, et en Allemagne de la pomme de terre.

La fabrication de l'alcool industriel se fait en trois temps : 1° préparation du moût sucré, — opération très simple en partant des mélasses qui contiennent du sucre, plus compliquée si l'on fait appel à des grains, ou à la pomme de terre dont il faut au préalable saccarifier l'amidon — ; 2° fermentation du moût par une levure convenablement choisie ; 3° séparation de l'alcool par distillation du moût fermenté.

Fermentation acétique.

Le vin se change si aisément en vinaigre que l'homme a certainement connu simultanément l'un et l'autre, mais il a fallu attendre les recherches de Pasteur pour comprendre le mécanisme de la transformation.

A la surface du liquide qui s'acétifie s'étend une mince pellicule blanche, l'*écume* ou *fleur de vinaigre*. En 1822, Persoon reconnut à cette pellicule la nature d'un organisme vivant ; il

la nomma *Mycoderma aceti* (champignon peau du vinaigre) et lui attribua la formation de l'acide acétique — sans donner la preuve de ce qu'il avançait. En 1864, Pasteur étudia la fermentation acétique et en pénétra complètement le mécanisme.

Toutes les fois, dit-il, que vous voyez un liquide alcoolique s'acétifier, vous pouvez être sûr que quelques cellules de mycoderme, ou ferment acétique, sont tombées sur sa surface et l'ont ensemencée ; ces cellules ont été apportées par les poussières de l'air ou par les pattes d'une mouche spéciale, *Musca cellaris*, qui voltige toujours au voisinage des liquides riches en acide acétique. Les cellules du ferment sont extrêmement petites, « il en faudrait environ 400 rangées bout à bout pour faire un millimètre ; les petits êtres se multiplient avec une rapidité telle qu'on peut, en déposant une semence imperceptible sur un liquide contenu dans un vase de un mètre carré de superficie, le voir en 24 ou au plus 48 heures se recouvrir entièrement d'un voile velouté uniforme. En supposant 300.000 articles par millimètre carré, cela donne pour la cuve 30 milliards d'articles produits en un temps très court ». (Pasteur.)

Le microbe pousse exclusivement à la surface du liquide parce qu'il ne peut se passer d'oxygène gazeux. De tout l'oxygène qu'il prend à l'air une faible quantité seulement sert à sa respiration ; il en emploie la plus grande partie à oxyder l'alcool pour le transformer en acide acétique : ainsi, au cours d'une expérience de Pasteur, il a, en trente-six heures, fixé sur l'alcool 500 fois son propre poids d'oxygène, soit 2.500 fois la quantité qu'il en contient lui-même.

Dans l'industrie, la *méthode orléanaise* produit un vinaigre de vin de qualité supérieure : l'acétification se produit dans des tonneaux, ou *montures*, à moitié remplis de vin et dont le fond est percé à mi-hauteur d'un trou pour l'entrée de l'air ; le *procédé allemand* permet l'acétification rapide de liquides alcooliques autres que le vin : il consiste à faire tomber goutte

à goutte le liquide alcoolique sur des copeaux de hêtre, dans un courant d'air ; le mycoderma aceti qui recouvre les copeaux acétifie l'alcool.

La laiterie.

Le lait contient deux substances hydrocarbonées, un sucre le *lactose*, et une graisse le *beurre* ; des substances azotées, la *caséine* et une ou plusieurs albumines ; enfin des matières minérales. Sa composition lui permet de satisfaire à tous les besoins de l'organisme, mais aussi à ceux de microbes qui, livrés à eux-mêmes, l'altèrent et le rendent impropre à la consommation, ou au contraire intelligemment guidés le transforment en aliments particulièrement recherchés.

Le lait. — Tout le monde sait combien le lait se conserve difficilement intact ; en quelques heures, il subit une modification si profonde que, chauffé, il perd son homogénéité, il *tourne*. Les artisans de cette modification sont divers microbes qui insolubilisent la caséine : les *ferments lactiques* par l'acide lactique qu'ils produisent aux dépens du lactose, les *thyrothrix* par une diastase, la présure, qu'ils secrètent. Or ces microbes se trouvent sur le pis de la vache, les mains du vacher, les récipients de la laiterie, habituellement plus ou moins souillés ; la mise en œuvre d'une grande propreté en diminuant considérablement le nombre des germes présents dans le lait retardera de quelques heures le moment où il seront assez nombreux pour exercer leur action nuisible et, pendant ces quelques heures, le lait aura le temps de parvenir intact au consommateur. Malheureusement la propreté dépend uniquement de la bonne volonté du cultivateur dans la ferme — et cette bonne volonté fait presque constamment défaut ; il faut donc avoir recours à des moyens de conservation.

Refroidi le plus rapidement possible à 10°-12°, puis enfermé dans des bidons stérilisés que l'on expédie dans des wagons à claire-voie, le lait se conserve inaltéré plusieurs heures. L'emploi de la chaleur permet de retarder le début de l'altération.

On n'obtient la stérilisation complète du lait par la chaleur qu'en le portant à la température de 105°, à laquelle sont tuées les spores très résistantes des tyrothrix ; mais le lait ainsi stérilisé se colore en jaune et prend le goût de cuit qui déplaît au plus grand nombre de consommateurs ; chauffé à 100° il ne se colore pas, mais prend le goût de cuit ; s'il n'a été porté qu'à 70°, c'est-à-dire seulement *pasteurisé*, il n'a même pas ce goût ; en revanche il ne se conserve guère plus de 24 heures. On fera appel à tel ou tel mode de chauffage suivant les circonstances.

Le beurre. — Le beurre est le produit de l'agglutination des globules graisseux du lait : on l'obtient en battant la crème dans une baratte ; le beurre se fait d'autant plus rapidement que la crème est légèrement acide et la température plus voisine de 15°-18°. La saveur de noisette, si appréciée dans les beurres fins, est due à l'action des ferments lactiques sur la crème pendant sa montée à la surface du lait.

Au bout d'un temps plus ou moins long le beurre devient *rance*, par suite de phénomènes purement chimiques et de l'intrusion de divers microbes. On recule le moment du rancissement en maintenant le beurre au frais, en le conservant sous une couche d'eau à l'abri de l'air, en le salant fortement, ou enfin en le stérilisant par la chaleur qui le transforme en beurre fondu.

Les fromages. — Si quelques espèces de fromages, comme le fromage à la crème, le petit suisse, proviennent directement du caillé du lait, le plus grand nombre sont fabriqués en faisant fermenter ce caillé, qu'il s'agisse d'obtenir un fromage à

pâte molle, le Camembert, le Brie, le Coulommiers, ou un fromage à *pâte ferme*, le Gruyère.

Pour tous, la fabrication débute par l'*emprésurage*, ou coagulation de la caséine par la *présure*, substance extraite de la paroi de l'estomac des jeunes veaux (les animaux en lactation digèrent en effet le lait en commençant par coaguler la caséine au moyen d'une diastase, la présure, secrétée par les cellules de la paroi de leur estomac). Le caillé, séparé du petit lait par un procédé qui varie avec les espèces de fromages, est mis en fermentation. Plusieurs espèces microbiennes douées chacune de capacités différentes, en se succédant les unes aux autres, se prêtent un mutuel appui pour mener à bien la *maturation*.

Les fromages de Camembert et de Brie fermentent dans la cave d'affinage, où ils *prennent le blanc* en se recouvrant d'une moisissure blanche, puis *prennent le rouge* en devenant la proie de certains microbes. Le Roquefort ensemencé avec une moisissure doit la plupart de ses qualités à la disposition de ses caves parcourues par un courant d'air froid à 8° dans lesquelles il mûrit. Le Gruyère passe au contraire trois à quatre mois dans une cave chaude à 16°-18°.

Les laits fermentés. — Dans le *képhyr* le lactose du lait a été transformé par des ferments lactiques et des levures en acide lactique et alcool. Le *yoghourt* de Bulgarie s'obtient en faisant fermenter le lait par des ferments lactiques spéciaux.

2. Œuvre des microbes dans le sol.

Les microbes en agriculture.

Les microbes jouent un si grand rôle en agriculture que sans eux le cultivateur ne ferait rien qui vaille ; bien plus, si des

légions de microbes très actifs ne peuplaient le sol, les êtres vivants disparaîtraient rapidement de la surface du globe.

Voici une plante qui croît ; elle puise son azote presque toujours dans les nitrates (rarement dans les sels ammoniacaux) du sol et, grâce à sa chlorophylle, elle prend son carbone à l'acide carbonique de l'atmosphère ; en incorporant carbone et azote à ses tissus, elle les revêt de formes nouvelles, elle les *organise* ; après sa mort, ces deux éléments fixés dans des combinaisons organiques ne peuvent, tels quels, nourrir des végétaux. Que les choses recommencent ainsi constamment, que chaque génération retire de la circulation une certaine quantité de carbone et d'azote, et bientôt, les réserves de notre monde n'étant pas illimitées, la vie sera impossible pour le règne végétal ; et par contre-coup s'éteindra le règne animal auquel les plantes servent d'aliments.

Pour l'entretien de la vie il faut donc qu'à un moment donné le carbone et l'azote des combinaisons organiques fassent retour à des combinaisons minérales assimilables par les végétaux. Cette transformation est le résultat du travail d'infiniment petits, travail si complexe qu'une seule espèce microbienne ne saurait le mener à bien ; plusieurs doivent se mettre à l'œuvre, chacune préparant la tâche de celle qui la suit.

Ainsi, en particulier, s'effectue progressivement par échelons la transformation de l'azote organique en azote nitrique : des fermentations aérobies et anaérobies dégradent peu à peu la matière organique pour en amener l'azote à l'état d'ammoniaque, puis les *ferments nitreux* oxydent l'ammoniaque pour en faire de l'acide nitreux, et enfin les *ferments nitriques* fixant de l'oxygène sur l'acide nitreux changent celui-ci en acide nitrique.

D'innombrables fermentations se produisent dans le sol qui réussissent à transformer en aliments pour les végétaux

tout le carbone et l'azote des plantes et des animaux morts ; elles sont particulièrement intenses dans le fumier, où les microbes sont les véritables ouvriers des agriculteurs.

Le fumier *frais* constitué par les déjections solides et liquides du bétail, mélangées à des débris végétaux, paille, fougère, feuilles des litières, fertilise mal la terre, parce qu'il renferme peu de substances directement assimilables par les végétaux ; l'abandonne-t-on à lui-même en tas, de nombreux microbes le transforment en quelques semaines en fumier *fait*, tellement différent du fumier frais qu'il fertilise, lui, très bien la terre. L'œuvre des infiniment petits a consisté à tirer des résidus de la vie animale (déjections) et végétale (litières) des aliments de premier ordre pour les plantes des futures récoltes.

Les nitrates constituent l'aliment azoté préféré des plantes, mais l'azote atmosphérique, si abondant autour d'elles, ne peut-il aussi leur servir à édifier leurs tissus ?

Quelques microbes prennent à l'air de l'azote, comme la plupart y prennent de l'oxygène ; ils édifient leurs tissus avec cet azote, qui devient ainsi organique et subira après leur mort toutes les transformations propres à l'amener à l'état d'azote nitrique.

L'azote atmosphérique peut ainsi être fixé dans le sol, mais il peut l'être aussi par un mécanisme tout différent. Les agriculteurs connaissent depuis longtemps les propriétés améliorantes pour les terres des cultures de légumineuses, luzerne, trèfle, pois, lupin, sainfoin, etc... Or les racines de ces plantes portent de petits tubercules, ou *nodosités*, farcis de bactéries qui, venant du sol, ont pénétré dans les poils absorbants des racines ; ces bactéries jouent le rôle de parasites et la plante se défend victorieusement contre eux, si elle ne manque pas d'un bon aliment azoté comme l'azote nitrique ; en manquent-elles au contraire, les bacilles se multiplient, et vivent aux dépens des substances hydrocarbonées de leur hôte, mais lui rendent en échange un immense service, celui de prendre de

l'azote à l'air du sol et de lui en préparer un excellent aliment. Légumineuse et microbe s'entendent dès lors à merveille, la plante prend du carbone à l'air et en cède une partie aux infiniment petits qui, eux, puisent dans le même air l'azote et l'offrent à leur hôte.

Epuration des eaux d'égout.

Par les nécessités de sa vie physiologique, l'homme accumule autour de lui des eaux ménagères, ordures, déjections, etc..., bref des immondices de toutes sortes ; riches en matières organiques, ces substances sont une proie toute désignée pour les microbes, dont les uns dégagent des odeurs pestilentielles de putréfaction, tandis que d'autres constituent par leur pouvoir pathogène un danger pour les êtres vivants. L'homme doit donc fuir un voisinage aussi redoutable, en d'autres termes éloigner de lui tous les déchets de sa vie animale.

Il y parvient assez aisément à la campagne, où les habitations sont clairsemées et les immondices relativement peu abondantes sur un point donné ; beaucoup plus difficilement dans les villes dont le sous-sol devient rapidement un véritable fumier pour peu que l'on n'y prenne garde. Si l'évacuation des immondices pose aux pouvoirs publics un problème malaisé à résoudre, la destination à leur donner en pose un autre encore plus complexe, car l'épandage sur le sol, ou le déversement dans les cours d'eau, suscitent les véhémentes protestations des gens incommodés.

Les solutions données à toutes ces questions ont beaucoup varié et varieront certainement encore beaucoup ; elles sont actuellement les suivantes :

Autrefois on évacuait séparément les matières solides et les matières liquides; actuellement, toutes les fois qu'on le peut,

on les réunit pour en faire le *tout à l'égout* : ainsi à Paris, 1.500 kilomètres de galeries souterraines, soit une longueur supérieure au plus grand diamètre de la France, évacuent plus de 200.000.000 de mètres cubes d'eaux d'égout par an.

Le procédé du tout à l'égout évacue les matières usées d'une manière très hygiénique, mais il met les municipalités en face d'une énorme masse d'eau impure dont elles ne peuvent se débarrasser qu'en les déversant dans un cours d'eau, ou en les répandant sur le sol.

Dans l'un et l'autre cas, ces eaux sont l'objet de phénomènes chimiques très importants qui tiennent à leur richesse en matière organique et en microbes ; ceux-ci transforment la matière organique en acide carbonique, eau, azote gazeux, ammoniaque et nitrates, puis périssent en grand nombre du fait de la concurrence vitale. A ces phénomènes on a donné le nom d'*épuration d'eaux d'égout*.

Cette épuration se produit spontanément dans les fleuves quand les égouts s'y déversent ; au sortir des villes, l'eau est très riche en matières putrescibles et en microbes ; ceux-ci attaquent énergiquement la matière organique et quelques kilomètres plus loin l'eau est devenue relativement imputrescible — la concurrence vitale a de plus fait disparaître un grand nombre de microbes.

Comme tout ce travail ne s'effectue pas sans beaucoup incommoder les riverains par l'aspect répugnant du fleuve et le dégagement de gaz nauséabonds, on préfère répandre les eaux d'égout — très fertilisantes — sur un sol où l'on cultive des légumes, du fourrage, des arbres, des pairies, des pommes de terre, des betteraves.

En passant sur les terrains d'*épandage agricole*, l'eau perd sa matière organique et s'enrichit en azote nitrique, tandis que sa teneur en microbes tombe d'une quinzaine de millions à quelques centaines. Si les terrains irrigués reposent sur une couche suffisamment épaisse d'alluvions, la contamination des

eaux souterraines n'est pas à redouter, et d'autre part l'hygiène n'a aucune raison d'interdire la consommation des légumes cultivés au contact de cette eau, pourvu qu'ils ne puissent être consommés que cuits.

A tous points de vue l'épandage agricole est un très bon procédé d'épuration de l'eau d'égout, mais malheureusement très onéreux : une grande ville doit acquérir d'immense surfaces irriguables, parce que les terres cultivées ne peuvent recevoir plus de 40.000 mètres cubes d'eau d'égout par hectare et par an. Aussi pour ne pas subordonner l'épandage à la vitalité des plantes cultivées, a-t-on cherché à le réaliser sur un sol nu convenablement préparé.

Cette méthode d'épuration, fort employée en Angleterre, a été très étudiée en France par le docteur Calmette. Après un séjour dans de grands bassins dits *fosses septiques*, où elles se décantent et subissent des fermentations anaérobies, les eaux d'égout sont envoyées sur un sol extrêmement poreux, lits de scories, de coke, de briques brisées, etc..., qui servent de support aux microbes ; ces *lits bactériens* sont, soit immergés et mis à sec tour à tour plusieurs fois par jour, soit arrosés par l'eau qui tombe en pluie — afin que les ferments nitriques, qui oxydent l'ammoniaque, ne manquent jamais d'oxygène.

L'épuration sur les lits bactériens donne des résultats très satisfaisants.

MICROBES NUISIBLES

Sous la dénomination de microbes nuisibles, nous comprenons les microbes *pathogènes*, c'est-à-dire ceux qui causent des maladies humaines ou animales.

Nous ne saurions prétendre retracer en quelques pages l'histoire de toutes les maladies microbiennes, intéressante d'ailleurs seulement pour les médecins ; nous nous bornerons à mettre en lumière les faits qui caractérisent les principaux microbes pathogènes et leurs applications pratiques.

Dans quel ordre ranger les maladies microbiennes ? Beaucoup de classifications sont possibles, en même temps que logiques : mais ici c'est le microbe qui nous intéresse ; nous classerons donc les maladies d'après la classification naturelle de leurs microbes, passant successivement en revue les microbes d'organisation simple, puis ceux d'organisation plus compliquée, les bactéries puis les protozoaires.

Nous terminerons par l'étude de la rage dont le microbe n'est pas encore sûrement connu.

I. Maladies causées par des bactéries.

A. Bacilles pathogènes.

Le charbon.

Maladie rare chez l'homme, beaucoup plus fréquente surtout dans certains pays chez les moutons, les bœufs et les chevaux, le charbon mérite une place à part dans un livre sur

les microbes, car c'est l'étude de son étiologie qui a donné à Pasteur les armes avec lesquelles il a bouleversé la médecine traditionnelle.

La maladie tue presque tous les animaux qu'elle atteint ; l'homme en guérit souvent : son mal se borne alors à une ulcération de la peau, dite *pustule maligne.*

En 1876, au moment où Pasteur commença ses recherches, on savait qu'en piquant un animal sain avec une aiguille souillée du sang d'un animal charbonneux on lui donnait la maladie, que par suite celle-ci est inoculable ou *virulente*, autrement dit que le sang charbonneux renferme une substance qui communique la maladie, un *virus* : on savait d'autre part que ce sang virulent renferme à côté des globules sanguins de petits corps filiformes, connus sous le nom de *bactéridies*, et que ces corps s'allongent et se multiplient comme les végétaux microscopiques.

Le sang charbonneux renferme-t-il un virus distinct des bactéridies, ou bien virus et bactéridies ne font-ils qu'un ? Ainsi se posait le problème passionnément discuté de l'étiologie du charbon au moment où Pasteur intervint : il le résolut par l'expérience suivante :

Il prend un ballon de verre bouché avec du coton et renfermant un liquide stérilisé capable de nourrir des infiniment petits (urine, bouillon, etc., neutralisés) ; il y ensemence une goutte de sang charbonneux et voit pulluler les bactéridies ; la culture bien développée, il en prend une trace qu'il ensemence dans un second ballon identique au premier et, pendant des semaines, recommence journellement cette simple opération, chaque culture étant ainsi fille de celle de la veille ; or la dernière culture, qui n'a évidemment de commun avec la première que les bactéridies, tue les animaux aussi sûrement que le sang charbonneux et devient inoffensive si on la prive de ses bactéridies par filtration à travers de la porcelaine. Donc les microbes seuls peuvent produire la maladie.

Découverte d'une importance capitale qui éclairait l'origine du charbon — et devait éclairer celle de toutes les maladies virulentes.

De cette découverte Pasteur allait bientôt en faire jaillir une autre, dont l'application pratique aurait le plus grand retentissement en autorisant toutes les espérances de la médecine. Ayant eu l'occasion de constater qu'une première atteinte de charbon immunise les très rares animaux qu'elle ne tue pas, il chercha à obtenir un vaccin contre la maladie en atténuant la *virulence* des bactéridies qu'il avait cultivées ; il y réussit en maintenant une culture à 42°-43° ; à cette température celle-ci perd peu à peu son pouvoir de tuer les animaux auxquels on l'inocule, jusqu'à devenir complètement inoffensive. Ce *virus atténué* est susceptible de donner aux animaux un charbon léger qui les vaccine contre un virus virulent ; en un mot le virus atténué est un *vaccin*.

La démonstration de l'utilité pratique de ce vaccin a été faite dans une expérience mémorable qui eut lieu à Pouilly-le-Fort (près de Melun), en présence de tous les agriculteurs et vétérinaires qui voulurent bien y assister. 25 moutons reçurent à 12 jours d'intervalle deux inoculations de vaccins de virulences différentes (le premier plus faible que le second) ; 11 jours après la seconde inoculation, ils reçurent sous la peau une inoculation de bactéridies virulentes, en même temps que 25 moutons qui n'avaient pas été vaccinés. 48 heures après, 22 moutons non vaccinés étaient morts, 2 étaient mourants, et le dernier fort malade, les 25 vaccinés se portaient bien.

La vaccination anticharbonneuse entra dès lors dans la pratique courante et sauva de désastres répétés les *pays à charbon* ; c'est par centaines de mille que l'on compte les animaux vaccinés chaque année dans le monde entier.

La diphtérie.

La diphtérie se manifeste le plus souvent sous la forme d'une angine caractérisée par la formation de *fausses membranes* blanches — appelées vulgairement *peaux* — plus ou moins épaisses sur les amygdales, le fond de la gorge, le voile du palais ; la ressemblance de ces fausses membranes avec la couenne a valu à cette angine le nom d'*angine couenneuse*. Au lieu de rester localisées dans la gorge pour produire une angine, les fausses membranes envahissent souvent, surtout chez les jeunes enfants, le larynx et la trachée ; obstruant alors plus ou moins complètement les voies aériennes, elles s'opposent au passage de l'air et causent une asphyxie mortelle ; on désigne sous le nom de *croup* l'extension de la diphtérie au larynx. La gravité de la maladie varie avec les épidémies ; certaines sont très meurtrières.

Quand la diphtérie n'est pas mortelle, guérit-elle au moins rapidement ? Oui dans bien des cas, mais non dans d'autres. L'angine disparue, des paralysies peuvent apparaître ; la plus fréquente, celle du voile du palais, gêne beaucoup la déglutition en provoquant le rejet des boissons par le nez ; celle qui frappe les membres inférieurs entrave la marche ; tous accidents ordinairement passagers, mais de temps en temps mortels. Ces complications tardives de la maladie prouvent à quel point l'organisme a été profondément atteint et font comprendre la vraie nature de l'infection : la diphtérie est une maladie générale qui intoxique plus ou moins profondément les malades ; elle détermine la production de fausses membranes, pouvant amener la mort par asphyxie en oblitérant l'orifice du larynx ; mais, alors même que les fausses membranes ne menaceraient pas la vie par elles-mêmes, il faut tout craindre de l'intoxication.

Depuis les mémorables recherches de Klebs et de Lœffler, on sait que la maladie est causée par un bacille spécial qui se trouve exclusivement dans les fausses membranes. Il suffit de constater la présence de ce *bacille de Lœffler* dans l'exsudat d'une angine pour pouvoir affirmer l'existence de la diphtérie avec tous ses dangers ; constatation aisée par l'examen microscopique de la fausse membrane ou mieux par son ensemencement sur du sérum coagulé qui donne naissance à une culture caractéristique du microbe.

Filtrez sur une bougie poreuse, comme l'ont fait MM. Roux et Yersin, une culture de bacille de Lœffler en bouillon, vous obtiendrez un liquide privé de microbes qui, inoculé aux animaux, leur donnera une maladie identique par ses symptômes et ses lésions à la maladie causée par l'inoculation des microbes eux-mêmes ; de plus, si les doses injectées ne sont pas trop fortes, les animaux entrent en convalescence et présentent alors souvent des paralysies mortelles ou curables analogues à celles observées chez l'homme ; les microbes secrètent donc dans les milieux de culture une substance toxique, semblable à celle produite dans l'organisme des malades puisqu'elle produit les mêmes effets. A ce poison on a donné le nom de *toxine diphtérique*.

En 1890 M. Behring, inspiré par une ancienne expérience de MM. Richet et Héricourt, vaccina des animaux contre la diphtérie en leur inoculant des doses croissantes de toxine diphtérique et découvrit les propriétés très remarquables que l'immunisation avait communiquées au sérum de leur sang. Ce sérum mélangé en proportions convenables à la toxine la rend inoffensive, il est *antitoxique* ; introduit dans un organisme sain, il le rend insensible à une injection ultérieure de toxine, ou même de microbes, il est *préventif* ; il a enfin un pouvoir *thérapeutique* très net, car, inoculé à des animaux déjà malades pour avoir reçu des doses mortelles de toxine ou des microbes virulents, il les guérit. Tout se passe comme si le sérum des

animaux vaccinés contre la diphtérie renfermait un contre-poison de la toxine diphtérique, contre-poison que l'on a appelé *antitoxine*. On peut encore exprimer le fait autrement, en disant que ce sérum *antitoxique* est capable de transférer à un animal quelconque l'immunité de l'animal dont il vient. Explications très schématiques d'ailleurs de faits d'une très haute portée théorique et pratique.

M. Roux avait trop contribué à faire connaître les propriétés du bacille diphtérique pour ne pas prendre la part la plus active aux recherches effectuées sur la sérothérapie ; et au congrès de Buda-Pesth, en 1894, il était à même de publier les résultats qu'il avait obtenus avec ses élèves MM Martin et Chailloux dans le traitement de la diphtérie : des chevaux immunisés contre la toxine lui avaient fourni un sérum, qu'il avait injecté aux diphtériques admis à l'Hôpital des Enfants Malades et la mortalité, normalement de 51 °/₀, était tombée à 24 °/₀ chez les enfants inoculés ; elle avait donc diminué de près de moitié. L'annonce d'un pareil succès enthousiasma le public et, grâce à une souscription ouverte par le journal « Le Figaro », l'Institut Pasteur eut bientôt les ressources nécessaires pour préparer en grand le sérum antidiphtérique.

Les animaux producteurs de sérum sont des chevaux parce qu'ils supportent bien, d'abord les injections de toxine, ensuite les saignées répétées de 6 litres de sang. Pendant plusieurs mois ils reçoivent des inoculations croissantes de toxine jusqu'à ce qu'on puisse leur injecter dans les veines un litre d'une toxine dont 10 cc. tueraient un cheval non préparé. A ce moment le sérum du cheval est suffisamment actif pour guérir les malades. On saigne l'animal en enfonçant dans sa veine jugulaire un trocart, ou tube métallique, adapté à un tube de caoutchouc dont l'extrémité libre plonge dans un grand vase de verre. Le sang s'écoule à travers le tube pour remplir le vase, où il se coagule. Dès que le sérum est séparé du caillot, on le répartit en flacons qui seront livrés aux médecins.

Les injections thérapeutiques de sérum sont faites aux malades sous la peau de l'abdomen ; la quantité à injecter et le nombre des injections dépendent de l'évolution de la maladie.

Avant l'emploi de la sérothérapie, la mortalité par diphtérie atteignait souvent 50 °/₀ ; elle n'est plus aujourd'hui que de 10 °/₀ et souvent de 7 à 8 °/₀ seulement ; les enfants qui doivent la vie à la sérothérapie se comptent actuellement par milliers.

Les rares échecs du traitement tiennent le plus souvent à un retard dans son application. D'allure insidieuse, la dipthérie prend sournoisement possession de l'organisme sans signaler d'abord sa présence par aucun symptôme inquiétant, et le sérum qui guérirait alors très aisément aura quelques heures plus tard beaucoup moins d'action sur le mal.

A la première alerte, alors que le doute plane encore sur la nature d'une angine, il ne faut pas hésiter à inoculer du sérum aux enfants ; une injection inutile n'offre aucun inconvénient ; le moindre retard apporté à une injection nécessaire peut avoir un effet désastreux. Il y a plus : un jeune enfant n'est pas malade, mais vient d'être en contact avec un diphtérique, il faut lui donner du sérum préventivement.

La diphtérie est surtout redoutable dans les collectivités, écoles, pensionnats, régiments, etc... : les épidémies s'y prolongent longtemps parce que pratiquement on ne fait pas d'injections préventives à des centaines de personnes dont le plus grand nombre ne court pas le moindre risque.

La découverte récente d'un vaccin contre la diphtérie fait envisager sous un jour nouveau la prophylaxie de la maladie. M. Ramon a constaté qu'en faisant séjourner à l'étuve de la toxine diphtérique additionnée de formol, on la rend tout à fait inoffensive et que cette toxine inoffensive, ou *anatoxine*, immunise contre la diphtérie les individus sous la peau desquels on l'injecte ; ces injections ne causent aucun malaise et vaccinent pour plusieurs années. Grâce à l'anatoxine on pourra faire avorter bien des épidémies.

Le tétanos.

Le tétanos est caractérisé chez l'homme par des contractures très douloureuses : d'abord dans les muscles de la mâchoire — le malade ne peut plus mastiquer ; ensuite dans les muscles du tronc — le corps courbé en arc ne touche plus le plan du lit que par la tête et les talons ; enfin dans les muscles respirateurs — le malade meurt asphyxié. Quelquefois les contractures ne se généralisent pas et la guérison se fait lentement.

Le tétanos se déclare toujours à la suite d'une plaie des téguments qui a été infectée par des bacilles longs, couverts de cils et anaérobies stricts, les *bacilles tétaniques* ; une spore qui se forme à l'extrémité du corps microbien donne au bacille sporulé l'aspect d'une épingle ou d'une baguette de tambour.

On n'observe pas fréquemment le tétanos dans nos pays, bien que toutes les plaies puissent en être le point de départ ; celles qui sont souillées de terre font courir le plus de risques parce que le bacille est très répandu dans le sol ; ceci explique le grand nombre de cas de tétanos observés pendant la guerre, où la plupart des blessures remplissaient les conditions les exposant à être tétanigènes.

L'action sur l'organisme du bacille tétanique rappelle celle du bacille diphtérique. Les microbes se trouvent exclusivement dans la plaie, parfois insignifiante, porte d'entrée de l'infection ; là ils élaborent un poison extrêmement violent qui se fixe sur les centres nerveux pour causer les contractures caractéristiques de la maladie ; les cultures du bacille en bouillon filtrées à travers la porcelaine renferment la *toxine tétanique*, poison très violent (1/1.000 cc. de cette culture filtrée

peut tuer un cobaye) contre lequel on peut vacciner les animaux et cette vaccination communique à leur sérum des propriétés antitoxiques très prononcées. Autant de points communs à l'histoire du bacille tétanique et à celle du bacille diphtérique.

La sérothérapie ne rend cependant pas dans le traitement du tétanos les mêmes services que dans celui de la diphtérie : le sérum antitétanique n'a pas d'action sur le tétanos déclaré — il ne guérit pas le tétanos ; par contre injecté *préventivement*, c'est-à-dire avant l'apparition des premiers symptômes, il l'empêche d'éclater.

En face d'une plaie souillée de terre qui fait craindre le tétanos, il ne faut pas hésiter à injecter au blessé du sérum antitétanique : une faible dose suffit à mettre à l'abri d'une complication extrêmement redoutable. Au cours de la guerre, dès que le Service de Santé a pu disposer de quantités suffisantes de sérum antitétanique, tout blessé recevait, en même temps que son premier pansement, une injection préventive — et le tétanos si fréquent en 1914 ne se voyait pour ainsi plus en 1918.

La fièvre typhoïde.

Maladie à allure nettement infectieuse au cours de laquelle des organes spéciaux, les plaques de Peyer, situées dans la paroi de l'intestin se gonflent puis s'ulcèrent, tandis que les ganglions lymphatiques du mésentère s'hypertrophient et que la rate augmente considérablement de volume.

Le microbe qui cause la fièvre typhoïde a été découvert par Eberth en 1881 et, depuis plus de quarante ans, le *bacille typhique*, ou *bacille d'Eberth*, a fait l'objet d'innombrables recherches fertiles en résultats de la plus haute importance :

possibilité de diagnostiquer sûrement la maladie dans les cas douteux, de vacciner les individus contre elle, de prendre des mesures rationnelles pour éviter sa propagation. Actuellement on est pour ainsi dire maître des épidémies de fièvre typhoïde.

Pendant les premiers jours de l'affection le microbe est dans le sang ; il suffit d'ensemencer ce sang dans un milieu approprié pour obtenir une culture de bacilles typhiques.

Plus tard, le microbe ne se trouve que rarement dans la circulation, inutile de l'y rechercher ; mais le sérum du malade a alors acquis une propriété spéciale : mélangé, en très petite quantité, avec une culture de bacilles typhiques en bouillon, il *agglutine* ceux-ci les uns aux autres et les flocons ainsi formés sont visibles à l'œil nu.

Ce *sérodiagnostic* imaginé par M. le Professeur Widal rend de très grands services en clinique.

Toutes les tentatives de préparation d'un vaccin, inspirées par la recherche d'un virus atténué, ont échoué : c'est en inoculant des microbes tués par la chaleur, ou par un antiseptique faible comme l'éther, qu'on a réussi à vacciner les individus.

L'efficacité de la vaccination antityphique, longtemps contestée, a été mise en pleine lumière au cours de la guerre. La rapidité de la mobilisation, en 1914, a empêché la vaccination des troupes et une effroyable épidémie de fièvre typhoïde a décimé l'armée, nécessitant l'aménagement d'hôpitaux spéciaux pour les typhiques ; mais peu à peu on immunisa tous les hommes et, à partir de 1917, les cas de fièvre typhoïde se firent extrêmement rares.

Le bacille typhique pullule dans l'organisme des typhiques ; il en sort véhiculé par les matières fécales, l'urine et aussi par les crachats ; très résistant au froid, à la chaleur, à la dessiccation, à la privation d'oxygène, il va rester longtemps vivant dans le sol, dans les eaux, prêt à infecter les individus sains. Cette infection se réalise par le tube digestif : les microbes y

pénètrent avec l'eau de boisson, les légumes crus, le lait mouillé d'eau polluée, les huîtres provenant de parcs imprudemment placés au voisinage de déversoirs d'égouts, les aliments contaminés par des mouches qui se sont posées sur des excréments de typhiques, etc... ; ils peuvent encore y pénétrer après avoir été déposés sur les lèvres par des mains ou des objets souillés.

Puisque les bacilles typhiques viennent de l'organisme des typhiques, il semble aisé de les détruire au sortir même de cet organisme en soumettant les selles, urines, crachats, linges souillés du malade à une désinfection rigoureuse — et c'est en effet une mesure indispensable à appliquer. Malheureusement les bacilles subsistent parfois dans l'intestin et la vessie des typhiques un temps fort long après la guérison ; on peut même constater leur présence chez des individus ayant approché des typhiques sans avoir jamais été malades eux-mêmes — l'existence de ces *porteurs chroniques de germes* qui s'oppose évidemment à l'anéantissement de tous les microbes dangereux complique beaucoup la prophylaxie.

Les efforts des hygiénistes tendront à empêcher les bacilles vivants de pénétrer dans l'organisme : les légumes exposés à la contamination ne seront consommés que cuits ; l'eau de boisson si souvent polluée sera purifiée (nous avons rappelé page 18, les divers moyens de purification d'un usage courant). Mettre hors d'état de nuire les porteurs chroniques de bacilles offre de sérieuses difficultés, car il s'agit d'individus bien portants que le laboratoire est seul à révéler dangereux et toute mesure prise contre eux paraîtrait une tracasserie sans motif. On s'inspirera des circonstances pour édicter des prescriptions ; par exemple on éliminera tous ces porteurs de bacilles des professions où ils auraient à manipuler des aliments. Enfin on n'oubliera pas que la vaccination antityphique est par sa grande efficacité un instrument prophylactique de premier ordre.

La dysenterie bacillaire.

Maladie causée par la pullulation dans l'organisme du *bacille dysentérique*, découvert au Japon par Shiga. Les malades ont par jour jusqu'à 100 et 150 selles formées exclusivement de mucus mêlé de sang ; ils sont souvent emportés après quelques jours de grandes souffrances.

Les cultures du bacille dysentérique inoculées à des chevaux provoquent l'apparition dans leur sérum des propriétés curatives extrêmement actives ; ce sérum injecté sous la peau des dysentériques fait souvent tomber en quelques heures le nombre des selles de 100 ou 150 à 4 ou 5 par jour, et la convalescence s'achève très rapidement.

La tuberculose.

Point d'affection plus meurtrière dans nos régions : elle provoque le cinquième et souvent le quart de nos deuils.

Trois hommes ont découvert les faits saillants de l'histoire de la tuberculose : Laennec, au début du XIXe siècle, montre que les tubercules peuvent se produire dans tous les organes, — la tuberculose est une maladie générale à localisations multiples ; Villemin, médecin militaire français, annonce, le 5 décembre 1865, à l'Académie de Médecine que la « tuberculose est l'effet d'un agent causal spécifique, d'un virus ». Il suffit d'inoculer une trace de matière tuberculeuse à des lapins, à des cobayes, pour les faire périr de tuberculose ; enfin le 24 mars 1882, Koch de Berlin en fit connaître le microbe.

Le microbe découvert par Koch est un bacille fin qui se

trouve dans toutes les lésions tuberculeuses des poumons, des méninges, du péritoine, du périoste, des os, etc..., et dans tous les produits tuberculeux, crachats, urines, pus, liquide pleurétique, etc... ; si bien qu'il suffit de constater par l'examen microscopique sa présence dans un de ces produits pour pouvoir fixer un diagnostic.

Certaines espèces animales sont très sensibles à la tuberculose ; les bovidés en particulier deviennent phtisiques comme les hommes, et le lait des vaches atteintes de lésions tuberculeuses de la mamelle est dangereux. Le diagnostic de la tuberculose dans les cas douteux se fait très aisément chez les animaux par l'emploi de la *tuberculine*, substance extraite par Koch des cultures de bacilles tuberculeux : la tuberculine injectée sous la peau ou dans le derme provoque chez l'animal tuberculeux un accès de fièvre qui fait défaut chez l'animal sain.

Les individus contractent la tuberculose quand le bacille tuberculeux pénètre dans leur organisme et s'y multiplie, et ce bacille provient presque toujours des crachats expectorés par les tuberculeux pulmonaires, qui mourront phtisiques. Comme les tuberculeux pulmonaires sont très nombreux, qu'ils expectorent beaucoup et que leurs crachats fourmillent souvent de bacilles de Koch, on conçoit le très grand danger de la contagion dans les populations denses, où de fait presque tous les individus arrivés à la fin de leur vie présentent dans leur organisme quelque lésion tuberculeuse latente. Et ceci est un trait caractéristique de la tuberculose : d'ordinaire un microbe pathogène après avoir causé une maladie disparaît plus ou moins rapidement au cours de la convalescence ; au contraire, des bacilles de Koch ont-ils pénétré dans le corps d'un individu, ils ne l'abandonnent plus, se multipliant parfois pour causer une tuberculose, le plus souvent restant en vie ralentie, sans produire de dommages.

Nous sommes donc tous réellement contaminés à un moment de notre existence et cette contamination, habituellement si

légère qu'elle ne se traduit par aucun symptôme, nous confère une certaine immunité : grâce à elle les contaminations ultérieures inévitables n'auront point d'effet et la tuberculose maladie confirmée sera exceptionnelle ; elle n'éclatera guère que chez les individus qui recevront des apports répétés et importants de bacilles, comme cela se passe dans la vie commune avec des tuberculeux expectorant des crachats bacillères ; les jeunes enfants présentent une sensibilité très grande à cette contagion, car 25 °/₀ de ceux qui passent leur première année au contact d'un père ou d'une mère phtisique succombent au cours de cette première année.

Il résulte de tous ces faits que la lutte contre la tuberculose doit différer complètement de la lutte contre les autres maladies microbiennes : il ne s'agit pas d'éviter une première contamination puisqu'elle immunise — et d'ailleurs le voudrait-on qu'on ne le pourrait dans nos populations denses —; tous les efforts doivent tendre à soustraire les individus aux contaminations fréquemment répétées. Eloigner des tuberculeux expectorant des bacilles les individus sains, surtout les jeunes enfants, et, là où on ne le peut, enseigner aux malades à ne pas contaminer par leurs crachats ceux qui les approchent, voilà le but à atteindre.

C'est la conception nette de la difficulté de la tâche qui a incité le docteur Calmette à la confier à un dispensaire d'un type spécial. *Le dispensaire de lutte antituberculeuse* comprend essentiellement deux personnes : un médecin, ayant pour mission de faire des diagnostics très précoces de tuberculose, puis d'indiquer aux malades et à tous les membres de la famille la conduite à tenir pour éviter l'extension du mal, conseillant suivant les cas l'entrée du malade au sanatorium ou à l'hôpital, le placement des enfants à la campagne par les soins de l'Œuvre Grancher, au préventorium, etc... ; une *infirmière visiteuse* chargée d'enseigner, à domicile, aux malades et à leur famille les précautions à prendre pour éviter la contagion par les bacilles de Koch expectorés dans les crachats.

La microbiologie nous a donné le moyen de diagnostiquer la maladie à coup sûr, nous a fait comprendre son étiologie. Ne nous a-t-elle mis entre les mains aucune arme efficace contre elle ? Les tentatives de préparation d'un sérum thérapeutique n'ont donné que des déceptions ; la recherche d'une vaccination par virus atténué a échoué pendant longtemps, mais va aboutir dans des conditions très spéciales. Puisque l'immunité dans la tuberculose semble liée à la présence dans l'organisme de quelques bacilles tuberculeux inactifs, on a cherché à réaliser artificiellement cette condition. Le docteur Calmette a obtenu une race de bacilles tuberculeux dépourvus de toute virulence — incapable de tuberculiser les cobayes cependant si sensibles — et en faisant ingérer ces microbes à des veaux peu après leur naissance, il leur a conféré une résistance indiscutable à l'action des bacilles virulents. Les expériences ont été si concluantes que l'on n'a pas hésité à immuniser ainsi des nourrissons, très exposés à une contamination au voisinage de mères tuberculeuses refusant de se séparer d'eux — et les résultats ne peuvent que faire préconiser l'application de la méthode, puisque la mortalité chez les vaccinés n'atteint pas 0,5 %, tandis qu'elle s'élève à 26 % chez les non vaccinés.

B. Micrococques pathogènes.

Les suppurations.

Staphylocoque et streptocoque. — La *suppuration* est la production dans l'organisme d'un liquide crémeux légèrement jaunâtre que tout le monde connaît sous le nom de pus. Le pus se forme tantôt dans une cavité close, un abcès, qui peut

prendre naissance dans tous les organes du corps, tantôt à la surface des plaies.

De très nombreux microbes peuvent occasionnellement causer des suppurations : le bacille typhique, le bacille tuberculeux, le méningocoque, le vibrion septique, etc... ; mais deux microbes, *le staphylocoque* et *le streptocoque*, sont par excellence facteurs de suppuration. Tous deux ont la forme de petites sphères : celles du staphylocoque se groupent en amas ressemblant à des grappes de raisins, celles du streptocoque se disposent en files comme les grains d'un chapelet ; le staphylocoque se trouve dans les furoncles, les anthrax, les phlegmons, certaines suppurations osseuses, le streptocoque dans certains phlegmons, dans nombre de suppurations graves ; une des variétés du streptocoque est l'agent spécifique de l'érysipèle, une autre celui de la fièvre puerpérale. Ces germes se trouvent partout, prêts à infecter les moindres plaies sur lesquelles ils viennent à tomber.

La suppuration des plaies peut avoir des conséquences si graves qu'il y a seulement 70 ans elle faisait redouter les opérations chirurgicales les plus simples. Quelques heures après l'intervention, la plaie opératoire s'enflammait, et bientôt se couvrait de pus ; quand aucune complication ne survenait, la cicatrisation s'effectuait sous cette nappe purulente et l'opéré guérissait ; mais une fièvre violente s'allumait-elle, il succombait rapidement, emporté par la septicémie, infection purulente, pyohémie, grangrène, pourriture d'hôpital, etc... ; les chirurgiens complètement désarmés contre ces accidents hésitaient toujours à opérer, partageant l'opinion de Velpeau « Une piqûre d'épingle est une porte ouverte à la mort. »

La suppuration des plaies opératoires ne s'observe plus aujourd'hui ; la méthode antiseptique imaginée par Lister inspiré par les travaux de Pasteur en a eu raison. Les mains du chirurgien, les instruments, les objets de pansement apportaient dans la plaie opératoire des germes qui, trouvant dans

les humeurs de l'organisme un milieu de culture très favorable, pullulaient et provoquaient la formation de pus. Que le chirurgien désinfecte soigneusement ses mains, ne se serve que d'instruments chauffés préalablement à une température suffisante pour les stériliser, n'emploie que des objets de pansement stérilisés, aucun microbe ne contaminera la plaie qui se cicatrisera très rapidement. Et les merveilleuses opérations de la chirurgie moderne auront les magnifiques résultats que chacun sait.

Méningite cérébro-spinale épidémique.

Maladie des méninges : le liquide céphalo-rachidien, qui remplit le sac formé par les deux feuillets de l'arachnoïde, perd sa limpidité d'eau de roche pour devenir purulent et dans ce pus se trouvent des microbes ressemblant à des grains de café accolés deux à deux par leur face aplatie : ce sont ces *méningocoques* qui causent la méningite. Hôtes accidentels des fosses nasales, ils gagnent la cavité de l'arachnoïde, à la faveur d'une altération, même légère, de la muqueuse qui tapisse ces fosses.

Les symptômes, maux de tête très douloureux, vomissements, raideur de la nuque, fièvre intense, apparaissent souvent avec une brusquerie effrayante : on a vu des soldats semblant en bonne santé tomber subitement au cours d'un exercice — déjà comateux.

Le traitement de la méningite a beaucoup profité des découvertes bactériologiques : le sérum des chevaux, qui ont reçu à plusieurs reprises des inoculations de cultures de méningocoques, jouit de propriétés thérapeutiques ; injecté dans la cavité de l'arachnoïde des malades, où il se mêle au liquide céphalo-rachidien, il a une très heureuse influence sur l'issue de la maladie, si grave chez les enfants et les jeunes gens.

Le méningocoque se transmet d'un individu à l'autre, véhiculé par les mucosités du nez ; aussi en présence d'un cas de méningite cérébro-spinale importe-t-il de rechercher la présence du méningocoque dans les fosses nasales de tous les individus qui, ayant vécu à côté du malade, ont pu être contaminés par lui ; l'ensemencement des mucosités suspectes sur un milieu de culture approprié permet de reconnaître les *porteurs de germes*. Le traitement qui les débarrassera de leurs méningocoques les mettra à l'abri d'une méningite possible et les rendra inoffensifs pour ceux qui les approcheront.

La fièvre de Malte.

Cette maladie doit son nom à l'île de Malte où l'on a constaté son existence pour la première fois ; on la nomme aussi *fièvre ondulante*, pour rappeler l'allure très caractéristique de son principal symptôme, la fièvre ; celle-ci se maintient élevée pendant quelques jours, puis disparaît pendant quelques jours, pour reparaître et ainsi de suite ; elle *ondule*. La fièvre de Malte tend à s'étendre sur tout le pourtour du bassin de la Méditerranée, d'où la dénomination de *fièvre méditerranéenne* qu'elle reçoit encore souvent.

Le microbe en cause, le *micrococcus melitensis*, a la forme d'un petit grain ovoïde ; il se trouve dans le sang, le foie, l'urine, la rate des malades.

La fièvre de Malte est avant tout une infection des chèvres maltaises et le microbe est constamment présent dans le lait des chèvres atteintes. C'est à cette particularité que l'on doit l'extension de la maladie : l'homme s'infecte le plus souvent en consommant ce lait, ou les fromages fabriqués avec lui, plus rarement en vivant au contact des animaux malades ou en consommant des légumes crus souillés par de l'urine infectée.

La prophylaxie de la fièvre de Malte découle de son étiologie : en temps d'épidémie il faut interdire la vente et la consommation du lait de chèvre et de brebis, non bouilli ou non pasteurisé, et la fabrication du fromage avec ces laits ; mesures très efficaces dont l'application a suffi pour faire baisser à Malte la morbidité dans l'armée anglaise de 300 à 3.

C. Coccobacilles pathogènes.

La peste.

La peste a sévi au temps passé plusieurs fois en Europe ; depuis deux cents ans, elle n'y a fait aucune apparition, mais l'on sait fort bien aujourd'hui se prémunir contre elle, et très vraisemblablement cette longue immunité tient à l'efficacité des mesures prises — car la peste n'a pas disparu de la surface de la terre, loin de là.

La *peste bubonique* est caractérisée par des bubons, ou ganglions engorgés et souvent suppurés, aux aines, aux aisselles, au cou ; l'intensité de la fièvre, les maux de tête, des douleurs dans l'estomac et l'intestin, une sensation de brûlure interne très violente attestent à quel point l'organisme est profondément atteint.

Dans certaines épidémies, la peste prend la forme de *pneumonies pesteuses* extrêmement graves et contagieuses.

En général 90 °/ₒ des pestiférés périssent et nous avons peine aujourd'hui à nous faire une idée de la terreur répandue autrefois par les épidémies de peste. Mgr Belzunce a dépeint en ces termes l'aspect de Marseille, ravagée en 1720 par la dernière épidémie qui ait sévi en France : « Nous avons vu tout à la fois les rues de cette vaste cité bordées des deux côtés de morts

à demi pourris ; si remplies de hardes, de meubles pestiférés jetés par les fenêtres, que nous ne savions où mettre les pieds ; nous avons vu toutes les places publiques, les rues, les églises, traversées de cadavres entassés, et, en plus d'un endroit, rongés par les chiens, sans qu'il fut possible pendant un nombre très considérable de jours, de leur procurer la sépulture... »

La peste est causée par un bacille à bouts arrondis, facile à cultiver.

Une épidémie de peste bubonique, dans un pays, succède toujours à une épidémie de peste très meurtrière sur les rats ; la maladie ne se transmet pas d'homme à homme, mais de rat à rat et du rat à l'homme, et ce sont les puces qui véhiculent le microbe en piquant successivement un rat malade puis un rat sain, ou un homme sain ; une puce mordant successivement un homme malade et un homme sain ne transporte pas nécessairement le microbe de l'un à l'autre, car chez l'homme pestiféré le microbe est assez rare dans le sang et se trouve surtout dans le bubon ; la puce qui se gorge de sang n'ingère aucun microbe ; elle en puise chez le rat au contraire parce que le sang contient des milliards de microbes, qui parviennent dans l'estomac de la puce avec le sang de la morsure. L'homme prend la peste du rat pestiféré et, pour empêcher la peste d'envahir un pays, il suffit d'empêcher son éclosion chez les rats.

La maladie peut venir par voie de terre ou de mer. Se prémunir contre une épizootie venant par voie de terre semble chimérique : il faudrait détruire tous les rats du pays et l'on en conçoit l'impossibilité. Fort heureusement la peste a toujours suivi la voie de mer pour pénétrer en France, et l'on est bien armé aujourd'hui pour s'opposer à son entrée.

Un bâtiment arrivant d'un port pestiféré est suspect de contenir dans sa calle des rats pestiférés — les rats sont toujours très nombreux dans la calle des navires — ; or pendant le

débarquement des marchandises ils gagneraient rapidement la terre et auraient tôt fait de contaminer les rats indigènes. Il faut absolument se prémunir contre cette éventualité. Aussi le Gouvernement français impose-t-il la destruction des rats, ou *dératisation*, à tout navire ayant fait escale dans un port contaminé de peste ou pris des marchandises provenant directement d'un tel port.

On débarrasse un navire de ses rats, en le remplissant d'un gaz asphyxiant, le plus souvent d'acide sulfureux. Le challand qui porte l'appareil producteur de gaz se range à côté du navire ; le gaz est envoyé dans les soutes complètement closes et tue tous les rats en quelques heures.

Les mesures de prophylaxie contre la peste ont une efficacité incontestable, car l'immunité actuelle de l'Europe ne tient aucunement à la disparition de la maladie du globe : la peste est endémique aux Indes, qui, par exemple en 1924, ont vu mourir 264.743 de leurs habitants sur 298.901 atteints.

On sait préparer un vaccin et un sérum contre la peste.

En chauffant une culture à 70°, on en tue les microbes et on la transforme en un vaccin très efficace. La *vaccination antipesteuse*, qui a immunisé des millions d'individus, est la meilleure arme pour éteindre sur place une épidémie.

Les chevaux, qui ont reçu à plusieurs reprises dans les veines des cultures tuées, supportent sans périr des injections de cultures vivantes ; leur sérum possède alors des propriétés thérapeutiques analogues à celles du sérum antidiphtérique et se montre un adjuvant très utile dans le traitement des malades.

D. Vibrions pathogènes.

Le choléra.

Le choléra est une affection endémique aux Indes, d'où la qualification d'*indien* on d'*asiatique* qu'on lui donne souvent.

Il se manifeste par une diarrhée profuse, des vomissements, des crampes douloureuses, une diminution extrême de la quantité des urines, le refroidissement des parties périphériques du corps (la température de la bouche, des mains, peut tomber à 10° ou 12° au-dessous de la normale).

A plusieurs reprises dans le courant du siècle dernier, le choléra a ravagé les régions les plus diverses du globe jalonnant son passage de tant de morts que sa mémoire reste tristement célèbre. L'épidémie de 1832 a fait 100.000 victimes en France, celle de 1849, 110.000, celle de 1853, 143.000, celle de 1865 se montra moins sévère.

La France n'était pas d'ailleurs seule frappée ; tous les pays de l'Europe payèrent au fléau un tribu analogue. Aussi l'apparition du choléra à Damiette puis au Caire, en 1883, suscita-t-elle de grandes craintes. Sur la proposition de Pasteur, une mission comprenant MM. Roux, Strauss, Nocard et Thuillier partit pour l'Egypte étudier le mal sur place. Le gouvernement allemand envoya une mission semblable sous la direction de Koch. L'épidémie s'éteignit avant que le travail des deux missions eut un résultat. Peu après, Koch qui s'était rendu aux Indes pour continuer ses recherches put communiquer au monde savant une découverte de premier ordre, celle du microbe spécifique du choléra. Ce microbe se présente sous la forme d'un vibrion légèrement recourbé en forme de virgule,

le *bacille virgule* ; il pullule dans l'intestin des malades ; on ne le trouve dans aucun autre organe ; c'est par la bouche avec les aliments, le plus souvent avec l'eau de boisson, qu'il pénètre dans l'organisme.

Quelles mesures prendre pour s'opposer à l'invasion du choléra?

L'étude de la marche des épidémies montre que le choléra peut parvenir en France par voie de terre en passant par la Russie, et par voie de mer en venant d'Egypte. Les caravanes, les chemins de fer le convoient comme les navires ; il faudrait donc lui opposer partout les mêmes barrières.

De nombreuses expériences ont prouvé que les marchandises provenant des pays contaminés ne portent pas au loin la maladie ; inutile donc de rompre avec eux toute relation commerciale.

L'homme seul véhicule le bacille virgule ; lui seul doit faire l'objet des mesures prophylactiques ; ces mesures sont exactement les mêmes que celles que nous avons indiquées à propos de la fièvre typhoïde, les deux maladies se transmettant de la même façon. Ici encore l'existence de porteurs chroniques de germes, qui n'ont jamais été malades et ne le seront jamais, complique beaucoup la prophylaxie.

Aucune mesure pratique ne permet à un pays de fermer ses portes au fléau ; faute de mieux, il faut se résigner à lui voir passer la frontière, quitte à lutter sur place contre lui comme on lutte contre la fièvre typhoïde.

On vaccine contre le choléra comme on vaccine contre la fièvre typhoïde. Le vaccin consiste en une culture de vibrions cholériques tuée par l'éther ou par un chauffage à 56°-57°. Deux injections sous-cutanées à six jours d'intervalle confèrent une immunité incontestable. Pendant la dernière guerre l'armée autrichienne a été très éprouvée par le choléra : or la morbidité chez les vaccinés était de 2 pour 10.000, alors qu'elle s'élevait à 50 pour 10.000 chez les non-vaccinés.

Actuellement les troupes françaises envoyées en Orient ne

quittent pas la France avant d'avoir été vaccinées contre le choléra.

2. Maladies causées par des Champignons.

Les teignes.

La *teigne* est une affection de la peau, qui atteint le plus souvent le cuir chevelu et ne s'observe que chez les enfants : elle se présente sous deux formes dues chacune à un champignon particulier.

La teigne tondante à petites spores. — Sur le cuir chevelu se voient des taches rondes, de la dimension d'une pièce de deux francs et plus, sur lesquelles les cheveux, tous cassés à une hauteur de 3 à 5 millimètres au-dessus de la peau, sont entourés d'une gaîne grisâtre. Vu au microscope le cheveu malade se montre recouvert d'une innombrable quantité de petits corpuscules : il « ressemble à une baguette enduite de colle et roulée dans du sable ». (Sabouraud). Ces corpuscules sont les spores du champignon, le *miscrocorum Audouini*, cause de l'affection : elles se trouvent uniquement à la surface du cheveu, jamais dans son intérieur.

La teigne tondante à grosses spores ou trichophytique. — Les cheveux atteints de cette teigne sont cassés au ras de la peau et, comme après rupture ils continuent à pousser sans aucune rigidité, ils restent couchés dans l'épiderme et revêtent les formes les plus bizarres. Les spores du parasite remplissent l'intérieur du cheveu.

Les teignes sont très fréquentes dans les grandes villes : il y a

seulement quelques années, sur les 150.000 enfants qui fréquentaient les écoles de la ville de Paris, on comptait plusieurs milliers de teigneux : la maladie très contagieuse dure des années. Aujourd'hui, grâce à l'emploi des rayons X, qui guérit très rapidement les malades, les teignes se font plus rares.

3. Maladies causées par des Protozoaires.

La pébrine.

Affection des vers à soie qui fit son apparition en 1855 et mit moins de dix ans à ruiner la sériculture française ; on la nomme *pébrine* parce que la peau des vers atteints présente de petites taches noires ressemblant à des grains de poivre.

L'étude de la pébrine a permis à Pasteur de montrer pour la première fois que des êtres extrêmements petits, dans le cas particulier des *corpuscules* ovales et brillants, peuvent causer une maladie et qu'une telle maladie peut être héréditaire : la graine (œufs de vers à soie) qui donnera naissance à des vers corpusculeux contient elle-même des corpuscules parce qu'elle provient de papillons corpusculeux.

Le salut des *éducations* réside, comme l'a prouvé Pasteur, dans le choix de la graine — choix très aisé en vérité. Un papillon vient-il de pondre ses œufs, broyez-le dans un mortier avec quelques gouttes d'eau et examinez au microscope une goutte de la bouillie obtenue ; observez-vous des corpuscules, rejetez la graine, elle ne vous procurera que des déboires ; n'en observez-vous pas, vous pourrez faire éclore la graine l'année suivante, elle vous donnera toute satisfaction.

Le conseil de Pasteur a sauvé la séricículture.

Nous savons aujourd'hui que les corpuscules sont des protozoaires.

La syphilis.

La syphilis est une maladie très répandue à qui sa ténacité donne un caractère tout particulier. Bien que la thérapeutique en ait été complètement renouvelée ces dernières années par la découverte des propriétés antisyphilitiques de divers composés chimiques, le malade ne doit jamais se considérer comme tout à fait à l'abri d'accidents qui peuvent se manifester vingt et même trente ans après la contamination initiale.

Le microbe de la syphilis, vu pour la première fois par Shaudinn en 1905, a la forme d'un tire bouchon, c'est un spirochète auquel on a donné le nom de *treponema pallidum*.

La présence du treponema pallidum, facile à constater au microscope dans la sérosité d'une ulcération suspecte, autorise à en affirmer la nature syphilitique, alors que l'examen clinique laisse encore dans le doute — et ce diagnostic précoce a une importance capitale : le traitement commencé à une époque où la maladie n'est encore que locale prévient la généralisation de l'infection et par suite en supprime la gravité.

Dans d'autres circonstances, le diagnostic est encore très angoissant pour le médecin. Quelle conduite tenir en face d'un malade d'âge mûr, atteint d'une affection du foie, des vaisseaux, du cœur, du système nerveux, etc..., pouvant être syphilitique ou non ? Dans le premier cas le traitement spécifique guérira, dans l'autre non. Une *réaction de Wassermann* donnera l'éclaircissement nécessaire. Une syphilis, même vieille de bien des années, a laissé dans le sérum du sang des traces de son passage et cette réaction permet de les retrouver ; en orientant la thérapeutique dans le bon sens, celle-ci a sauvé la vie de bien des gens.

La réaction de Wassermann, dont le mécanisme très com-

plexe ne saurait être exposé ici, rend encore un autre service aux malades : tant qu'elle reste positive, c'est-à-dire qu'elle fait constater dans le sérum des traces de syphilis, il faut continuer le traitement : on ne considérera le malade comme guéri des accidents qu'il a présentés que quand le résultat des réactions le dira.

Il faut savoir que la réaction de Wassermann exige des manipulations de laboratoire très délicates et que seules les réactions correctement faites donnent des résultats dignes de confiance ; dans certains pays, en Angleterre par exemple, seuls des laboratoires spéciaux sont autorisés à les effectuer.

La fièvre jaune.

Endémique aux Indes et aux Antilles, où elle a décimé les marins de Christophe Colomb, la fièvre jaune n'a jamais sévi en Europe, sauf en Espagne, en Italie et dans quelques ports français et anglais.

Certaines épidémies se montrent extrêmement mortelles ; celle qui frappa le Sénégal en 1900 atteignit tous les blancs et en fit périr le quart ; au XVIIIe siècle, l'Espagne se vit enlever 30.000 des siens ; pendant les six derniers mois de l'année 1857, 18.000 habitants de Lisbonne eurent la fièvre jaune et 6.000 succombèrent.

La maladie débute par une très forte fièvre, accompagnée de violentes douleurs dans la région lombaire, de vomissements bilieux et d'albuminurie ; un profond abattement survient ensuite avec des vomissements de sang (le *vomito negro*), des hémorragies intestinales, et le malade meurt en se refroidissant. La fièvre jaune ne dure guère plus de sept jours, et peut guérir ; quelquefois très légère elle passe inaperçue.

Au lendemain de la guerre hispano-américaine, une com-

mission américaine démontra, par une expérience décisive effectuée sur vingt-huit personnes de bonne volonté, que la maladie se transmet par la piqûre d'un moustique le *stegomya fasciata,* gorgé du sang d'un malade ; que le voisinage des malades, le linge souillé, les marchandises venant des villes contaminées ne font courir aucun risque.

Un seul moustique, le culex mosquito, ou *stegomya fasciata,* peut par ses piqûres inoculer la fièvre jaune, et cet insecte ne vit bien qu'à une température de 25°-30° ; au-dessous de 20° il ne peut plus pondre. En traçant sur un planisphère les deux lignes limitant la zone où la température ne descend pas au-dessous de 20°, on délimite la région dans laquelle la fièvre jaune peut exister à l'état permanent et l'on comprend pourquoi l'Europe, sauf dans sa partie méridionale, a toujours été à l'abri de la maladie ; bien entendu la fièvre jaune ne sévit pas dans tous les pays où pullulent les stegomya, il faut encore que le virus y existe, mais il suffirait qu'il y soit importé pour qu'une épidémie se déclare.

Le moustique ne pond qu'à la surface de l'eau et surtout de petites masses d'eau, comme il s'en trouve dans des tessons de bouteilles, des vieilles boîtes de conserve, des débris de porcelaine, des gouttières mal entretenues, etc... La première ponte peut comprendre 95 œufs ; en deux ou trois jours ils éclosent ; une petite larve noire en sort qui en sept jours subit plusieurs mues.

Récemment Noguchi a montré que le microbe qui cause la fièvre jaune est un spirochète.

On n'avait pas attendu cette découverte pour lutter contre la maladie avec une efficacité merveilleuse : dès qu'un cas de fièvre jaune se produit, on garnit de toiles grillagées la fenêtre et les portes de l'habitation pour en interdire l'accès aux moustiques venant du dehors, on détruit ceux du dedans par des fumigations et on supprime aux alentours toutes les petites collections d'eau dans lesquelles peuvent pondre des moustiques ; ainsi aucun stegomya ne pourra s'infecter en piquant le malade

et par suite contaminer d'autres individus. Appliquées avec rigueur ces mesures ont fait disparaître la fièvre jaune des pays qu'elle ravageait périodiquement.

Dysenterie amibienne.

Cette dysenterie très répandue dans les pays chauds n'avait guère été observée en Europe avant 1914 ; les contingents coloniaux l'ont importée pendant la guerre et maintenant on constate de temps en temps son existence en France.

Elle se manifeste par des selles sanglantes : la maladie dure plusieurs semaines, plusieurs mois même, épuisant les individus et les exposant à des complications mortelles : un traitement approprié peut amener la guérison, mais il faut craindre des rechutes.

La dysenterie amibienne est causée par la présence dans le gros intestin d'*amibes*, protozoaires constitués par une masse de protoplasma entourant un noyau ; ces amibes se meuvent en s'allongeant, puis en se raccourcissant, dans une sorte de reptation ; elles peuvent *s'enkyster*, c'est-à-dire devenir immobiles puis diviser leur noyau et passer ainsi en vie ralentie un temps plus ou moins long.

Les amibes restent le plus souvent dans le gros intestin dont elles ulcèrent les parois ; parfois elles gagnent d'autres organes, le foie en particulier, où elles produisent des abcès très redoutables. Elles sont évacuées dans le milieu extérieur avec les déjections et à l'état de kystes résistent énergiquement aux causes naturelles de destruction. Le jour où ces kystes pénétreront dans le tube digestif d'un individu sain, celui-ci sera infecté — et cette pénétration se fera avec des aliments qui auront été manipulés par des mains souillées ou avec l'eau de boisson.

Ce mode de propagation rappelle tout à fait celui de la fièvre typhoïde ; la prophylaxie de la dysenterie amibienne sera donc analogue à celle de la fièvre typhoïde.

Des injections sous-cutanées d'émétine guérissent très rapidement la dysenterie mais ne mettent pas à l'abri des rechutes.

Le paludisme.

Le paludisme, encore désigné sous le nom de *fièvres intermittentes*, *fièvres paludéennes*, *fièvres palustres*, *impaludisme*, *fièvres des marais*, *malaria*, *fièvres telluriques*, est une maladie très grave des plus répandues à la surface de la terre et connue depuis la plus haute antiquité.

Caractérisé par une fièvre très violente accompagnée de frissons et de sueurs, le paludisme revêt plusieurs modalités cliniques : les fièvres intermittentes, courts accès de fièvre séparés par des périodes apyrétiques, sont *quotidienne*, *tierce* ou *quarte*, suivant que les accès se répètent tous les jours, tous les deux jours ou tous les trois jours : la fièvre *continue palustre* au contraire ne quitte pas le malade.

La gravité du paludisme varie avec les pays et les individus : certaines populations très atteintes sont devenues incapables de tout effort physique et intellectuel ; les hommes robustes au contraire, convenablement soignés, résistent bien.

Le germe du paludisme a été vu pour la première fois par Laveran, en 1878, dans le sang des paludéens, mais il fallut plus de vingt ans de travail pour connaître tous les détails de son histoire. Ce microbe, dit *hématozoaire du paludisme* ou *hœmamœba malariæ*, protozoaire d'une organisation complexe, subit au cours de sa vie une série de transformations, dont certaines doivent s'effectuer dans le corps d'un moustique.

Jeune, il a l'aspect d'une petite tache claire dans un globule rouge du sang, puis il grossit peu à peu jusqu'à acquérir un volume égal à celui du globule ; il se divise alors en un grand nombre de fragments ovalaires, les *mérozoïtes*, qui mis en liberté par rupture du globule vont pénétrer dans d'autres globules ; ainsi se forme un premier cycle de développement du microbe. Il suffit d'une seule hémamibe pour infecter un nombre immense de globules sanguins. Quelques-uns des mérozoïtes prennent la forme d'une sphère ou d'un *croissant :* si un moustique, du genre anopheles, pique alors le paludéen et aspire le sang, ces sphères et croissants vont donner naissance dans l'organisme de l'insecte à deux sortes d'éléments très dissemblables, qui se fusionnant deux à deux — deux éléments différents ensemble — produiront de nouvelles cellules que l'on peut comparer à des œufs issus de la fusion de deux gamètes ; de chacune de ces cellules sortiront un grand nombre de corps fusiformes, et ces corps fusiformes très abondants dans la salive du moustique seront inoculés avec elle quand l'insecte piquera un homme ; dans le sang humain ils deviendront des hémamibes qui parasiteront les globules rouges et parcourront de nouveau le cycle indiqué ci-dessus.

L'étiologie du paludisme peut se résumer ainsi : on ne devient paludéen qu'à la suite d'une inoculation d'hématozoaires et cette inoculation est réalisée par la piqûre d'un Anopheles — sans pouvoir probablement l'être autrement ; bien entendu l'Anopheles piqueur doit lui-même être infecté et dans les pays indemnes de paludisme ses piqûres n'offrent aucun danger.

Puisque l'homme ne peut contracter la maladie que par une piqûre d'Anopheles, en le soustrayant à ces piqûres, on le protègera efficacement, mais d'autre part comme on ne pourra évidemment les lui épargner toutes, on s'efforcera de diminuer dans la mesure du possible sa sensibilité à l'action du microbe. Lutte contre les piqûres de moustiques et mise en

état de défense de l'individu contre le développement de l'hématozoaire dans son organisme, telles sont les bases de la prophylaxie actuelle de la malaria.

La lutte contre les piqûres doit débuter par la destruction aussi complète que possible des moustiques. Rappelons que ces insectes pondent leurs œufs à la surface des eaux tranquilles, que de ces œufs sort une larve qui, par une série de métamorphoses, se transforme en moustique. Or si celui-ci est difficile à atteindre, sa larve est bien plus vulnérable. Le drainage du sol, la régularisation du cours des rivières, le dessèchement des marais, en supprimant les eaux stagnantes enlèvent aux Anopheles la possibilité de se reproduire. Quant aux réservoirs, aux étangs que l'on ne peut, pour une raison ou une autre, faire disparaître, on les débarrassera des larves en recouvrant la surface de l'eau d'une mince couche de pétrole ; l'huile tue les insectes en pénétrant dans leurs trachées. La destruction des insectes ailés — qui bien entendu n'a de raison d'être que dans des espaces clos — s'effectue en faisant brûler de la poudre de pyrèthre dans les locaux.

L'accès des habitations sera interdit aux insectes par des toiles métalliques tendues devant les fenêtres et devant toutes les ouvertures, par des tambours grillagés placés devant les portes.

Toute cause débilitante, en affaiblissant l'organisme, le rend plus vulnérable à la maladie : on s'efforcera donc de rendre les individus aussi sains et aussi robustes que possible ; enfin on les rendra réfractaires en leur faisant prendre préventivement de la quinine.

Bien poursuivie, la lutte contre le paludisme se montre si efficace qu'elle rend habitables aux Européens les régions les plus insalubres.

La maladie du sommeil.

La maladie du sommeil, que l'on croit volontiers une nouvelle venue dans le monde, est connue depuis longtemps déjà, car on l'a observée pour la première fois en 1803 ; mais les Européens ne s'en sont préoccupés que le jour où leur pénétration en Afrique les a mis en face de ce nouveau danger. Elle règne au nord du golfe de Guinée, au Congo et dans l'Ouganda, autour de l'immense lac Victoria, où elle a fait disparaître près des trois quarts de la population.

Le symptôme caractéristique de la maladie, la somnolence, n'apparaît que plusieurs mois, ou même plusieurs années, après le début du mal passé souvent inaperçu ; d'abord légère, se traduisant par une simple paresse à accomplir la besogne quotidienne et des accès de sommeil intermittent, elle devient bientôt irrésistible ; le malade s'endort pendant son travail, puis, sa torpeur augmentant, il s'endormira pendant son repas, la bouche pleine ; peu à peu l'amaigrissement devient extrême et le dormeur, le corps couvert de plaies, s'éteint dans le coma.

Dans le sang des malades se trouve un microbe de forme caractéristique : petit fuseau très mobile le long duquel s'insère une membrane bordée d'un filament dont l'extrémité est libre comme un fouet. On lui a donné le nom de *trypanosoma gambiense.*

La maladie est inoculée par une mouche *tsé-tsé*, la *glossina palpalis* ; au moins dans la plupart des cas sinon dans tous, les glossines se tiennent sous le couvert des arbres enracinés au bord des eaux et se nourrissent exclusivement du sang des crocodiles, des mammifères et de l'homme, qu'elles puisent le jour, jamais la nuit ; leurs larves ne vivent pas dans les eaux

comme celles des moustiques, mais à la surface ou dans la couche superficielle du sol.

La prophylaxie de la maladie du sommeil offre beaucoup plus de difficultés que celle du paludisme, parce que l'on tue moins aisément des larves dans le sol qu'à la surface de l'eau. Les mouches tsé-tsé restant dans les sous-bois, on les chasse des alentours des villages en coupant les bois et en incendiant la brousse ; sur le sol nu, larves et nymphes périssent sous l'action des rayons brûlants du soleil.

On se protègera contre la piqûre des tsé-tsé, comme on se protège dans les pays palustres contre celle des Anopheles.

4. Maladies causées par des germes inconnus.

La rage.

Deux faits rendent cette maladie terrifiante : son issue toujours fatale d'abord — la rage ne guérit jamais ; puis sa longue incubation — souvent plusieurs mois d'attente, ou plutôt d'anxiété, séparent la morsure suspecte de l'apparition des premiers symptômes.

Aujourd'hui, grâce au génie de Pasteur, ces terreurs n'ont plus de raison d'être : on sait s'opposer presque à coup sûr à l'éclosion de la maladie.

La rage se transmet uniquement par la morsure d'un animal enragé ; le chien est le plus souvent atteint, mais un grand nombre de mammifères peuvent l'être comme lui, surtout les bovidés et les moutons.

Chez le chien, la rage revêt la forme *furieuse* ou la forme *mue*. Dans la forme furieuse, la maladie débute par une période d'agitation, où l'animal très caressant lèche avec affection la

main de son maître — et sa bave est déjà virulente ; son aboiement change de caractère pour devenir la voix rabique ; il a de la peine à avaler, non à boire ; les symptômes de fureur apparaissent ensuite ; l'animal mord tout ce qui se présente à lui, avale les objets les plus divers, cailloux, paille, etc...; il se lance enfin dans une course folle que seule terminera la paralysie de ses membres et sa mort. La rage mue est paralytique d'emblée.

L'homme atteint de rage éprouve des spasmes douloureux des muscles de la respiration et de la déglutition, provoqués par les causes les plus insignifiantes, comme une odeur un peu forte, un léger courant d'air sur la peau, un rayon de lumière, une goutte d'eau déposée sur les lèvres et même la seule vue de l'eau : c'est cette dernière particularité qui a valu à la maladie le nom d'*hydrophobie*. L'homme enragé n'a aucune envie de mordre et ne fait courir aucun danger à son entourage.

Le chien étant l'agent ordinaire d'inoculation de la maladie, il semble que l'abattage régulier des chiens enragés, et de ceux qu'ils ont pu mordre, devrait amener rapidement la disparition de la rage. Ces mesures, rigoureusement appliquées, ont une efficacité inconstestable : elles ont, en cinq ans, fait abaisser en Angleterre le nombre des cas de rage de 672 à 1 — mais il faut les appliquer : or si peu de pays ont l'énergie de le faire que la découverte de Pasteur sera longtemps encore un grand bienfait.

Pasteur et ses collaborateurs, Chamberland et le docteur Roux, rencontrèrent dans l'étude de la rage de très grandes difficultés : ils ne virent jamais le microbe de la maladie et ne purent le cultiver dans des milieux nutritifs artificiels — et cependant leurs efforts furent couronnés de succès.

Par de très nombreuses expériences, ils établirent que le virus rabique existe dans le cerveau et la moelle épinière des animaux enragés où il se cultive ; que pour donner sûrement la rage à un animal il faut lui inoculer à la surface du cer-

veau, par un trou foré dans le crâne, cette culture sous forme d'une émulsion dans l'eau physiologique de fragments de cerveau ou de moelle épinière virulente provenant d'un animal enragé ; qu'en laissant se dessécher à l'air une moelle épinière virulente, elle perd peu à peu sa virulence qui disparaît en 14 jours ; que si chaque jour l'on inocule sous la peau d'un chien des fragments de moelles de plus en plus virulentes (en commençant par une moelle desséchée 14 jours, pour finir par une moelle qui n'a subi aucune dessiccation), on le vaccine contre la rage ; enfin que l'incubation de la rage après morsure durant plusieurs semaines, on peut vacciner un chien aussitôt après qu'il a été mordu par un animal enragé et empêcher ainsi l'éclosion de la maladie.

Tous ces faits étaient si bien constatés que, le jour où Pasteur se trouva en face du jeune Alsacien Meister qui affreusement mordu par un chien enragé venait lui demander secours, les médecins les plus compétents l'engagèrent vivement à soumettre l'enfant à sa méthode de vaccination. La tentative eut le plus heureux succès. Meister ne prit pas la rage.

La découverte du traitement préventif de la rage après morsure eut un immense retentissement. Une souscription internationale fut ouverte pour recueillir des fonds qui permettraient de créer un établissement vaccinal contre la rage, et le 14 novembre 1888, le Président de la République inaugura l'Institut Pasteur.

Depuis cette date l'Institut n'a pas cessé un seul jour d'assurer le traitement des individus mordus par des animaux enragés ou suspects de rage.

On prépare le vaccin en broyant dans un peu de bouillon stérile un fragment de moelle de lapin mort du virus fixe, puis désséchée à l'abri des poussières le temps nécessaire pour l'atténuation au degré de virulence voulu. Ce vaccin est injecté sous la peau du flanc des mordus. On inocule successivement des fragments de moelle désséchés depuis 14, 13, 12, ...jours, pour

terminer par l'inoculation d'une moelle de virulence maxima.

Le nombre d'inoculations préventives, autrement dit la durée du traitement, dépend de la gravité des morsures ; celles qui siègent à la tête font courir le plus de dangers, car le virus a peu de chemin à parcourir pour atteindre les centres nerveux.

La mortalité globale des individus soumis au traitement pastorien est de 40 pour 10.000. Si l'on veut bien songer qu'autrefois sur 10.000 mordus il en mourait 1.600, on mesurera tout le bienfait apporté par cette découverte.

Quel est le microbe de la rage ? Il appartient sans doute à la classe des sporozoaires.

BIBLIOGRAPHIE

VOLUMES :

AGASSE-LAFONT, *Les applications pratiques du laboratoire à la clinique*, in-8, 1920. — BARBIER et ULMANN, *La diphtérie*, 1899. — BESSON, *Technique microbiologique et sérothérapique*, in-8, 1920 · Tome I. *Technique générale*, 211 fig., Réimpression. Tome II. *Technique spéciale*, 118 fig , 1921. Tome III *Technique spéciale*, in 8, 1924. — BEZANÇON, *Précis de microbiologie clinique*, in-8. — BURNET, *Microbes et toxines*, in-8, 1911. — CALMETTE, NÈGRE, BOQUET, *Manuel technique de microbiologie et de sérologie*, in-8, 1926 — COURMONT, *Précis de bactériologie*, in-8, 1926. — DOPTER et SACQUÉPÉE, *Précis de bactériologie*, 2 vol., 1926. — DUCLAUX, *Traité de microbiologie*, 1899. — DUPONT, LEROUX, DALAGE, *Technique des prélèvements et des biopsies dans la pratique clinique*, in-8, 1926. — HAUDUROY, *Le Bactériophage de d'Hérelle*, in-18, 1925.— JUILLET et GALAVIELLE, *La pratique microscopique*, in-8, 1923. — KOLLE HETSCH, *La bactériologie expérimentale*, 1918. — LANGERON, *Précis de microscopie*, in-8, 1925. — LE BLAYE et GUGGENHEIM, *Manuel pratique de diagnostic bactériologique et de technique*, in 8, 1914. — LEGENDRE, *Technique de la biopsie*, coloration des coupes, in-8, 1906. — LESIEUR et FAVRE, *Précis de microscopie clinique*, in-18, 1914. — MACÉ, *Traité pratique de bactériologie*, 2 vol. in-8, 1912-1913 — MACÉ, *Atlas de microbiologie*, in-8, 1915. — MIETTE, *Traité pratique des recherches bactériologiques*, in 18, 1904.— NICOLLE, BOQUET, *Eléments de microbiologie générale et d'immunologie*, in-8, 1926. — ORTICONI et CLOGNE, *Pratique bactériologique*, in-8, 1923. — PERDRIZET, *Aide-mémoire de bactériologie*, in-18, 1922. — PHILIBERT, *Le principe bactériophage (phénomène d'Hérelle)*, in 8, 1923. — ROUX et ROCHAIX, *Précis de microbie et de technique bactérioscopique*, in-18, 1911. — SOUÈGES et BONNARD, *Tableaux élémentaires d'analyse micrographique*, in-8, 1913. — WEMBERG, *La gangrène gazeuse*. — WURTZ, *Précis de bactériologie clinique*, 1897.

PUBLICATIONS :

Annales de l'Institut Pasteur (depuis 1887). — *Bulletin de l'Institut Pasteur* (depuis 1903). — *Zentralblatt fur Bakteriologie-Lancet.*

TABLE DES PLANCHES

Un grand nombre des préparations d'où ont été tirées ces photomicrographies, proviennent des collections particulières de MM. Borrel, Dujardin-Baumetz, Legroux, d'Herelle, Loiseau, Salimbeni, Alilaire, Bridré, Lwoff, Winogradsky, de MM[es] Y. Khouvine, M. Magrou, Y. Manin ... de l'Institut Pasteur.

Le groupement des planches n'est accordé avec aucune des classifications proposées jusqu'ici. C'est un simple rapprochement des formes microbiennes.

L'indication du grossissement est donné à chaque figure de la façon suivante : Ex. : x 1.000 d., ce qui veut dire que c'est le diamètre qui a été multiplié par 1.000 (et non la surface qui serait dans ce cas x 1.000.000).

PL. XI. 1, Endomyces albicans x 300 d ;
2, Amylomyces Rouxii x 200 d ;
3, Stemphylium atrum : spores x 300 d.

PL. XII. 1, Teigne : fuseau x 300 d ;
2, Teigne : cheveu parasité x 200 d ;
3, Myxobactérie des légumineuses x 1.500 d.

PL. XIII. 1, Azotobacter x 1 800 d ;
2, Clostridium x 1.800 d.

PL. XIV. 1, Saccharomyces apiculatus x 1 200 d ;
2, Levure sauvage x 1.000 d.

PL. XV. 1, Levure de bière : fermentation haute x 1.200 d. ;
2, Levure de bière : saccharomyces octosporus x 1.500 d.

PL. XVI. 1, Saccharomyces Ludwigii x 1.200 d ;
2, Saccharomyces Pastorianus x 1.200 d ,
3, Schizosaccharomyces Pombe x 1 200 d.

PL. XVII. 1, Mycoderma vini x 1500 d ;
2, Bacterium xylinum (mère de vinaigre) x 1.500 d.

PL. XVIII. 1, Ferment acétique x 1500 d ;
2, Ferment lactique x 1500 d.

PL. XIX. 1, Ferment lactique x 1.500 d,
2, Ferment bulgare x 1.500 d.

PL. XX. 1, Staphylocoque x 1.800 d ;
2, Streptocoque x 1.800 d.

PL. XXI. 1, Gonocoque x 1800 d ;
2, Méningocoque, x 1.800 d

PL. XXII. 1, Pneumocoque : sang de souris x 1.800 d ;
2, Pneumocoque . Culture x 1.800 d.

PL. XXIII. 1, Bacille diphtérique : culture x 1.800 d ;
2, Bacille diphtérique : granulations x 1 800 d.

PL. XXIV. 1, Bacille en navette faux diphtérique x 1.800 d ;
2, Bacille massué : culture 24 heures x 1.800 d ;
3, Bacille massué : culture 48 heures x 1.800 d.

PL. XXV. 1, Bactéridie du charbon (dans le sang) x 1.800 d ;
2, Bactéridie du charbon : culture x 1.800 d ;
3, Bactéridie du charbon : culture sporulée x 1.800 d.

PL. XXVI. 1, Bacillus mesentericus x 1.800 d ;
2, Bacillus Alvei sporulé x 1.800 d.

PL. XXVII. 1, Bacterium tumefasciens x 1.800 d ;
2, Coccobacillus acridorium x 1.800 d.

PL. XXVIII. 1, Bacille de la Morve
2, Coccobacille du Choléra des poules x 1.800 d

PL. XXIX. 1, Coccobacille de la Peste : bubon x 1.800 d ;
2, Coccobacille de la Peste : culture x 1.800 d.

PL. XXX. 1. Microcococcus melitensis x 1.800 d ;
2, Bacille de Pfeiffer x 1.800 d.

PL. XXXI. 1, Bacille du chancre mou x 1.800 d ;
2, Bacille dysentérique x 1.800 d.

PL. XXXII. 1, Bacille typhique : cils x 1.800 d ;
2, Bacillus proteus vulgaris : cils x 1.800 d.

PL. XXXIII. 1, Vibrion du Choléra x 1.800 d ;
2, Vibrion du Choléra sur fond noir à l'état frais x 1.000 d.

PL. XXXIV. 1, Bacille pyocyanique x 1.800 d ;
2, Spirillum volutans x 1 800 d.

PL. XXXV. 1, Bacille de la Lèpre : globie x 1.800 d ;
2, Bacille de la Tuberculose : crachat x 1.800 d.

PL. XXXVI. 1, Microbe de la péripneumonie des bovidés x 1.800 d ;
2. Microbe de l'agalaxie contagieuse x 1.800 d.

PL. XXXVII. 1, Vibrion septique : cils x 1.800 d ;
2, Vibrion septique sporulé x 1.800 d.

ATLAS

DE

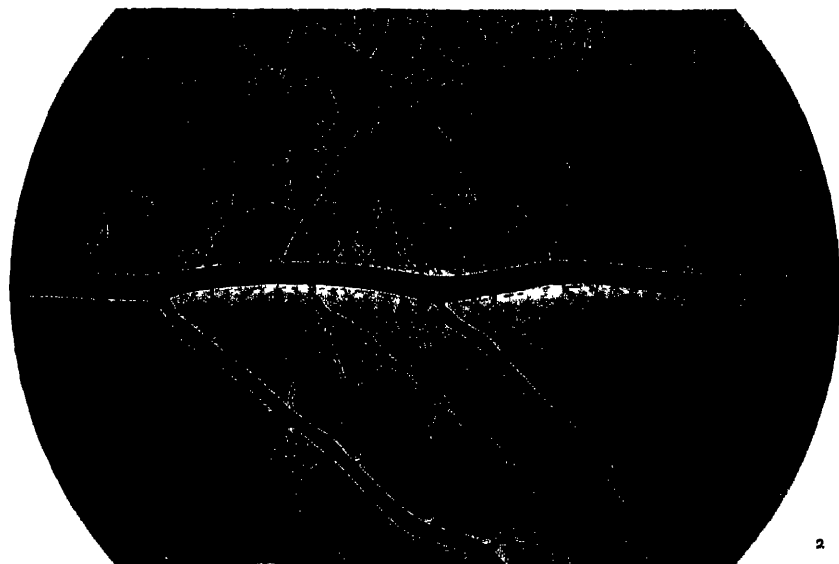
MICROBIOLOGIE

par

P. JEANTET

de l'Institut Pasteur de Paris

MUCOR FORMATION DES FRUCTIFICATIONS

2

MUCOR. FEUTRAGE MYCÉLIEN

1

1

MUCOR CIRCINELLOÏDES

2

SPORANGE JEUNE

3

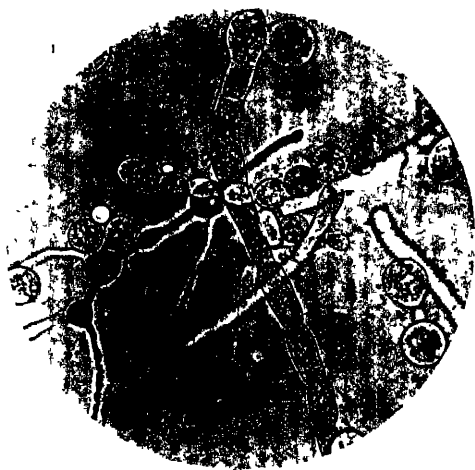
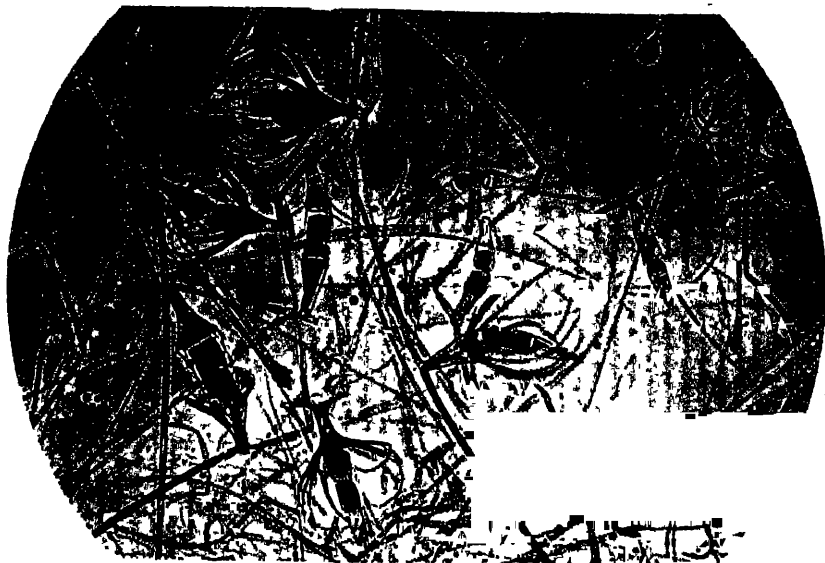
SPORANGE MUR

1

FORMES LEVURES

2

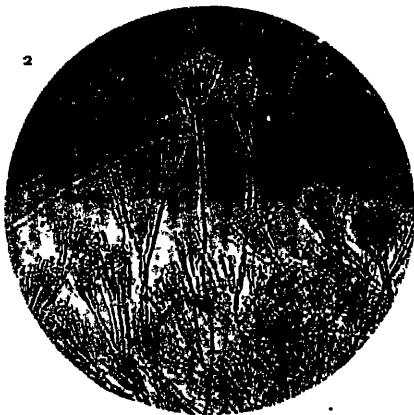
FORMATION DE L'ŒUF

3

FORMATION DE L'ŒUF CHEZ UNE MUCORINÉE

1

PENICILLIUM GLAUCUM

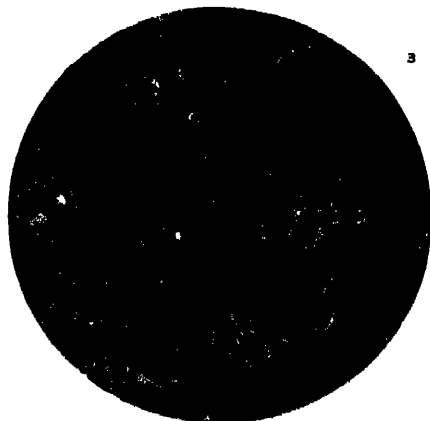
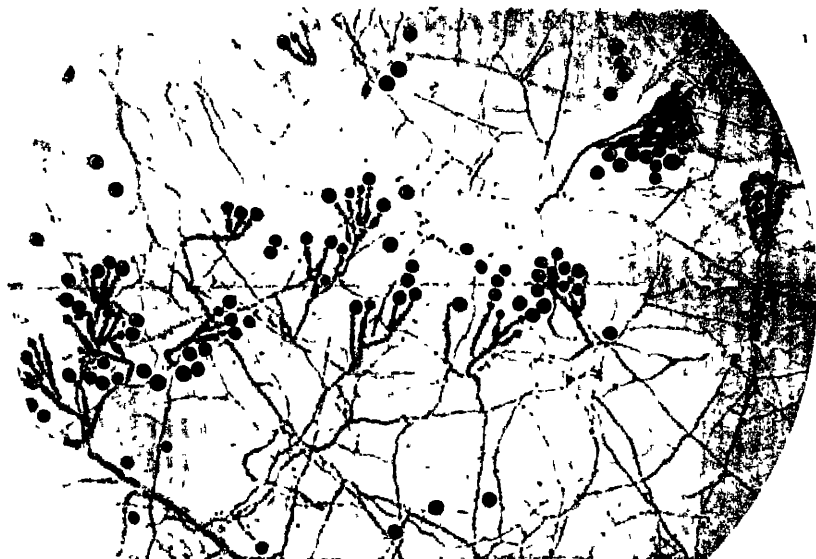
TOUFFE

2

PENICILLIUM GLAUCUM

FRUCTIFICATIONS

3

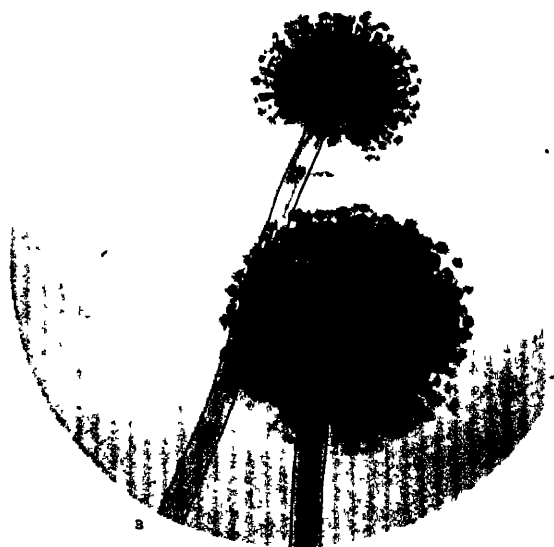
CITROMYCES CASIA

IV

PENICILLIUM BREVICAULE

MONILIA CINEREA

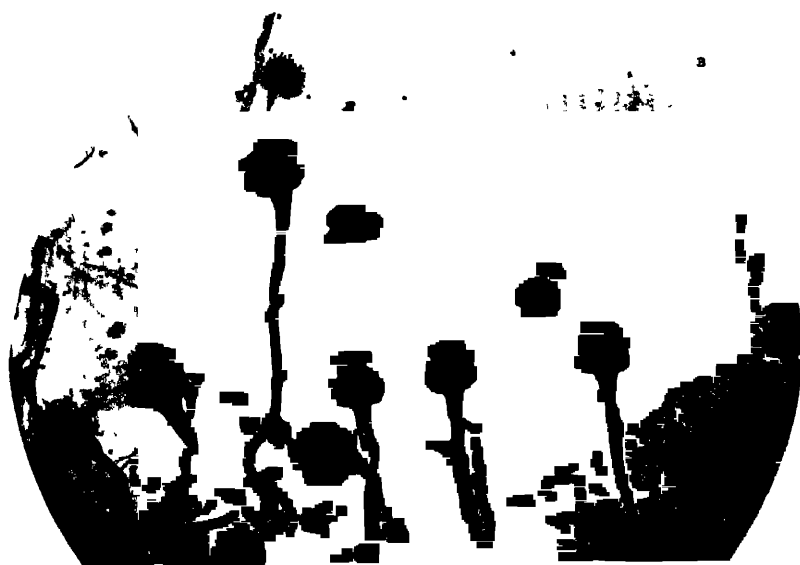
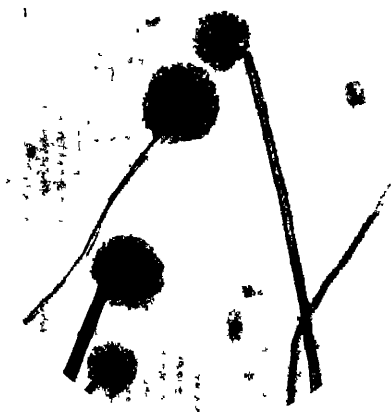
V

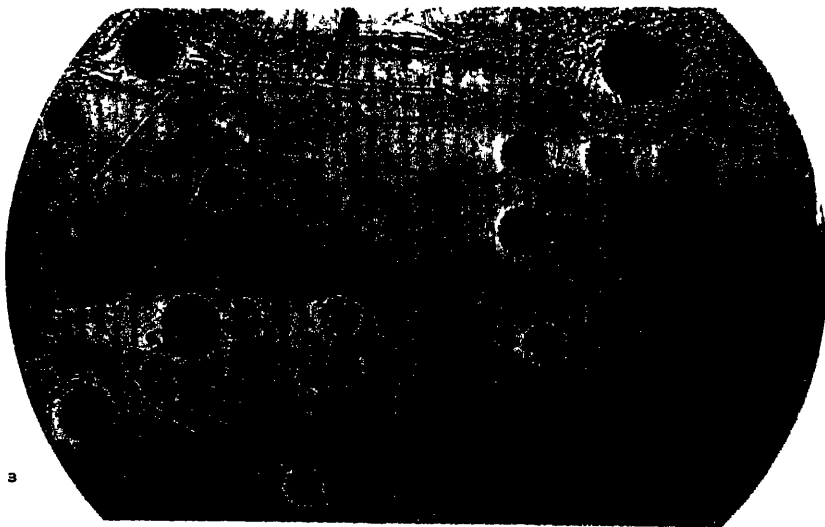
ASPERGILLUS NIGER

FORMATION DES FRUCTIFICATIONS

FORMATION DES FRUCTIFICATIONS

ASPERGILLUS NIGER

TÊTE SPORIFÈRE

SPORES

ASPERGILLUS FUMIGATUS

ASPERGILLUS ORIZAE

ASPERGILLUS NIDULANS

3

SYNCEPHALASTRUM

SYNCEPHALASTRUM FRUCTIFICATION

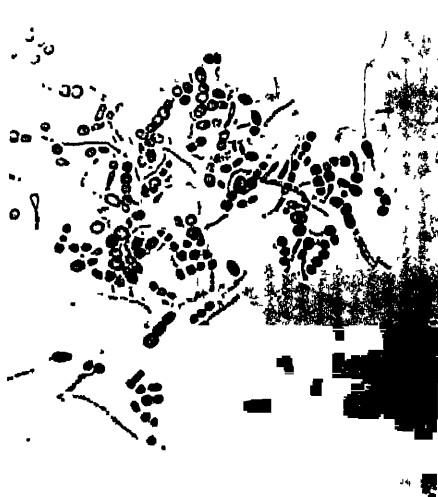
1

2

CUNINGHAMELLA

3

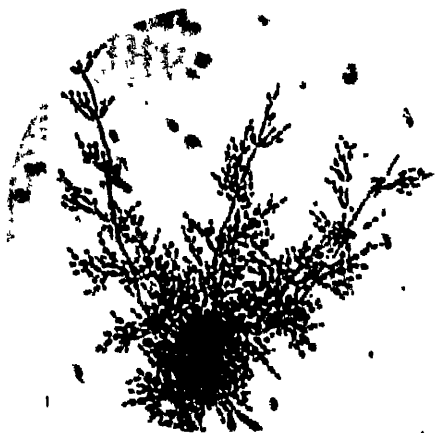
THAMNIDIUM

HEMISPORA RUGOSA

1 — MYCELIUM

2 — FRAGMENTATION DU MYCELIUM

3 — SPOROTRICHUM BEURMANI

ENDOMYCES ALBICANS

AMYLOMYCES ROUXII

STEMPHYLIUM ATRUM : SPORES

TEIGNE FUSEAU

2

TEIGNE HEVEU PARASITÉ

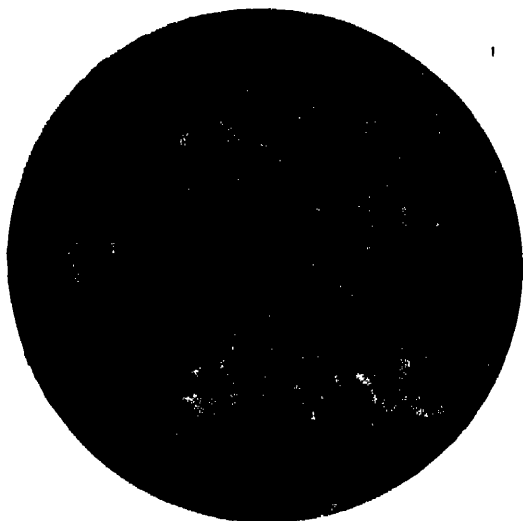
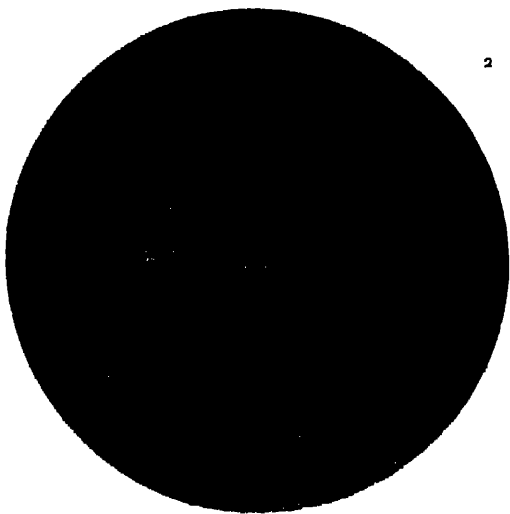
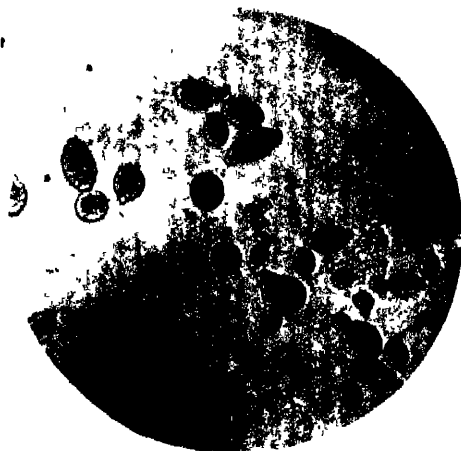
3

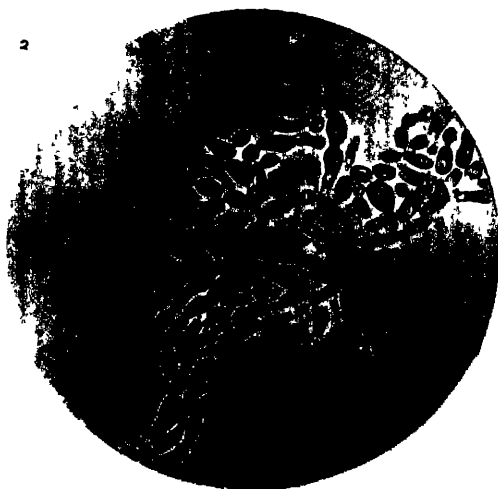
MYXOBACTÉRIE ES LÉGUMINEUSES

AZOTOBACTER

CLOSTRIDIUM

XIII

1

SACCHAROMYCES APICULATUS

2

LEVURE SAUVAGE

XIV

LEVURE DE BIÈRE

1

FERMENTATION HAUTE

2

SACCHAROMYCES OCTOSPORUS

1
SACCHAROMYCES LUDWIGII
2
SACCHAROMYCES PASTORIANUS
SCHIZOSACCHAROMYCES POMBE
3

XVI

MYCODERMA VINI

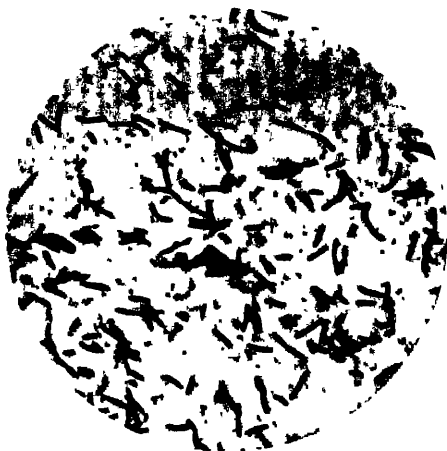
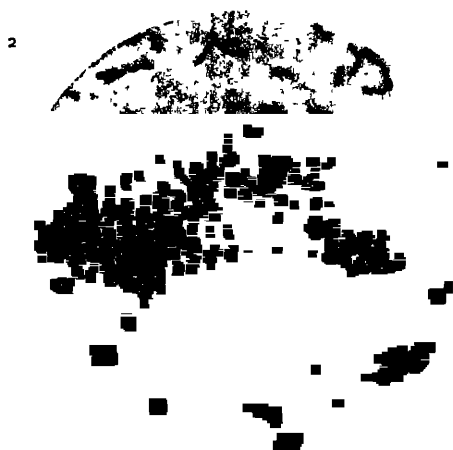
BACTERIUM XYLINUM

1

FERMENT ACÉTIQUE

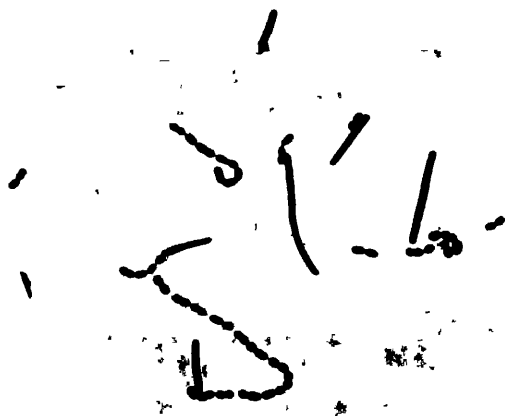
2

FERMENT LACTIQUE

1

FERMENT LACTIQUE

2

FERMENT BULGARE

1

STAPHYLOCOQUE

2

STREPTOCOQUE

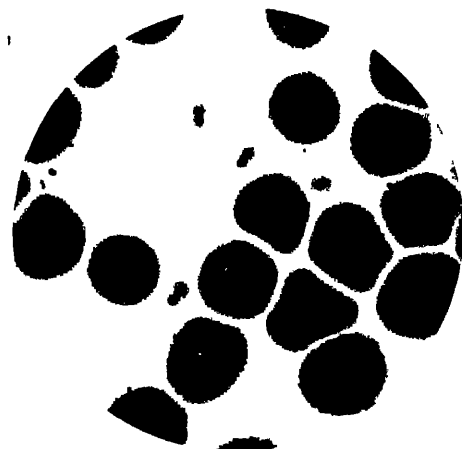
GONOCOQUE

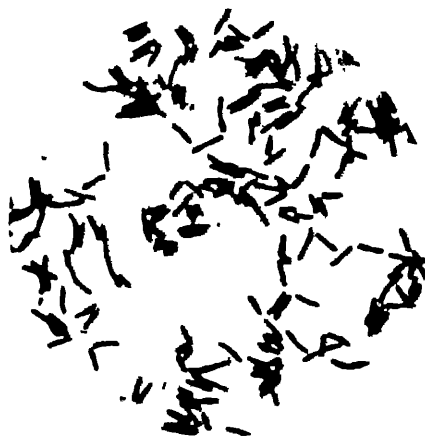
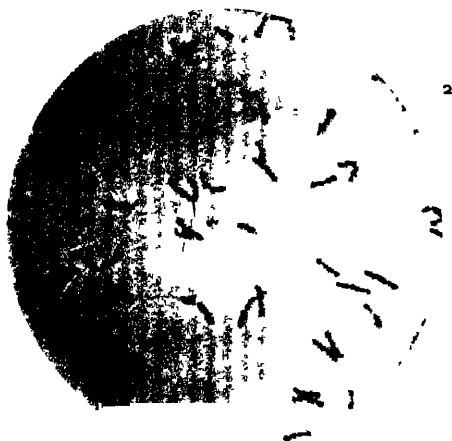
MÈNINGOCOQUE

PNEUMOCOQUE

1

SANG DE SOURIS

2

CULTURE

BACILLE DIPHTÉRIQUE

CULTURE

GRANULATIONS

1

BACILLE EN NAVETTE · FAUX DIPHTÉRIQUE

2

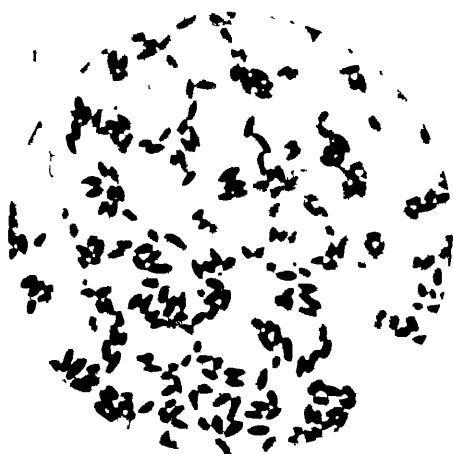
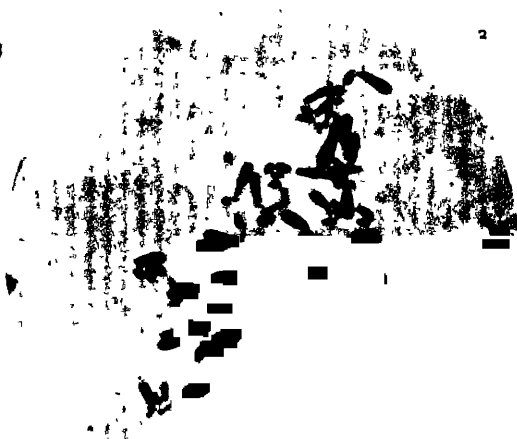
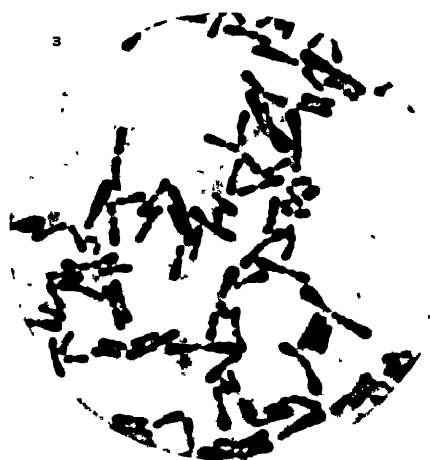
BACILLE MASSUÉ CULTURE 24 HEURES

3

BACILLE MASSUÉ CULTURE 48 HEURES

XXIV

BACTÉRIDIE DU CHARBON

1

DANS LE SANG

2

CULTURE

3

CULTURE SPORULÉE

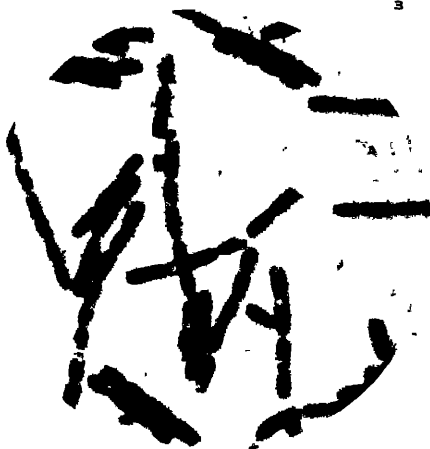
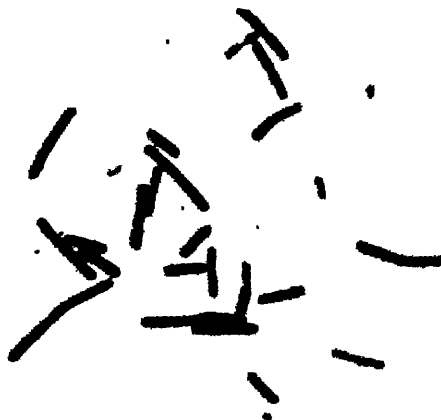
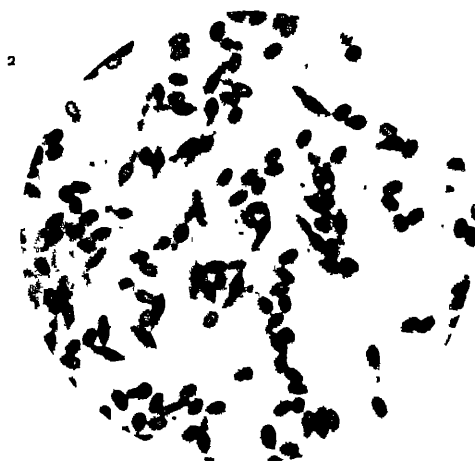
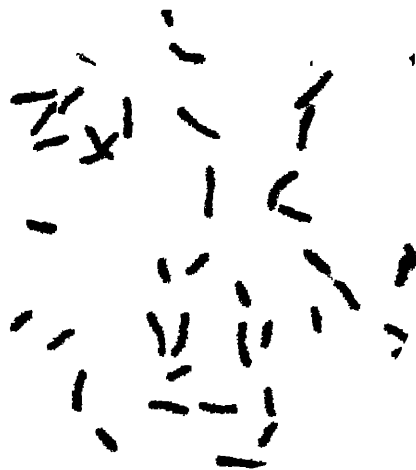
XXV

1

BACILLUS MESENTERICUS

2

BACILLUS ALVEI SPORULÉ

XXVI

BACTERIUM TUMEFASCIENS

COCCOBACILLUS ACRIDIORUM

1

BACILLE DE LA MORVE

2

COCCOBACILLE DU CHOLÉRA DES POULES

XXVIII

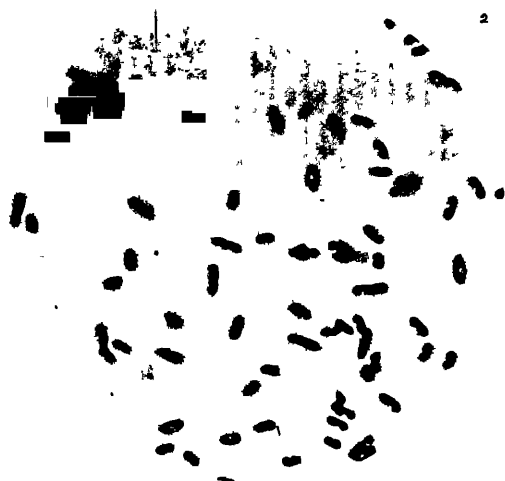
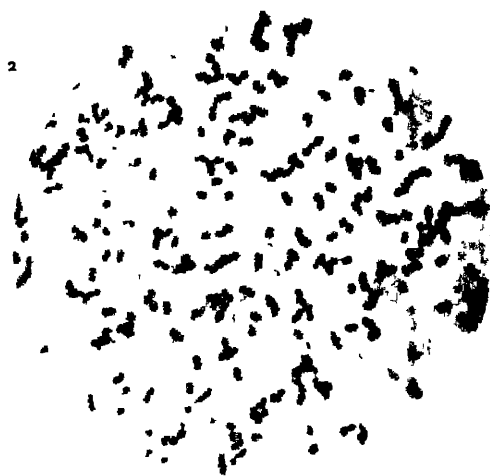
COCCOBACILLE DE LA PESTE

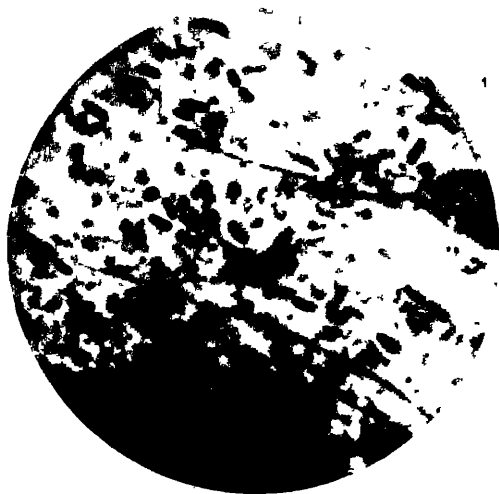
BUBON

CULTURE

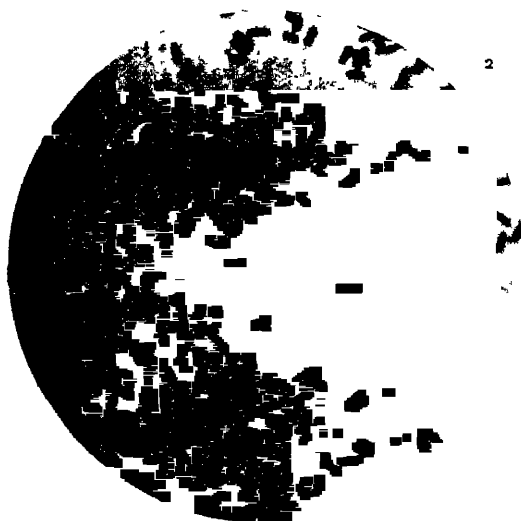
1

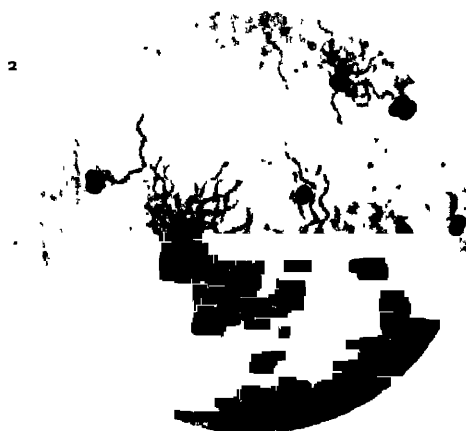
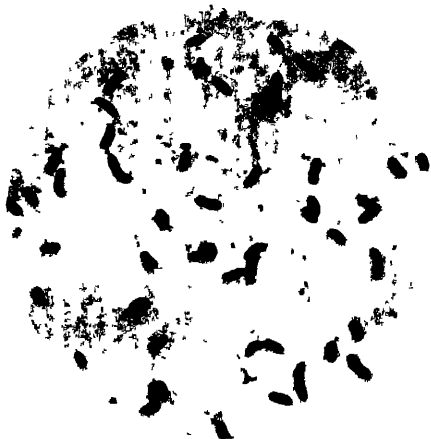
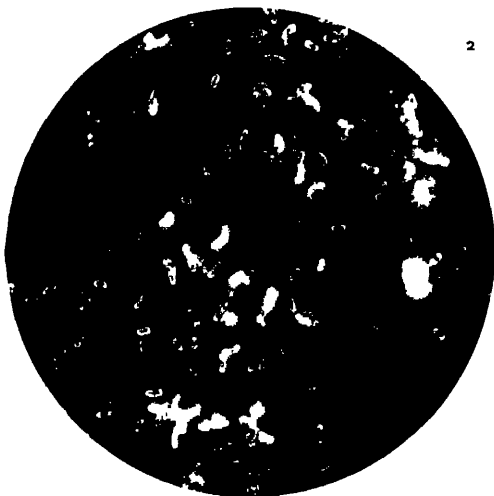
MICROCOCCUS MELITENSIS

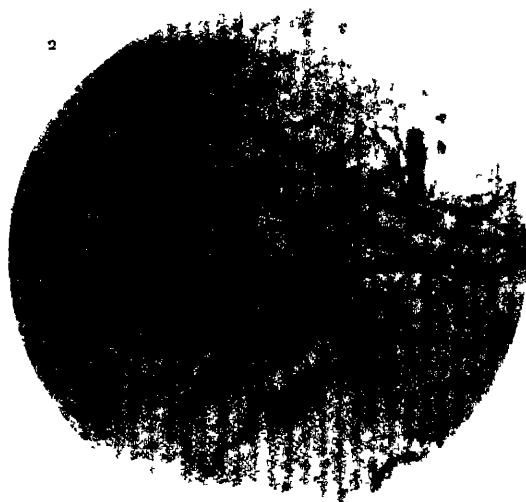
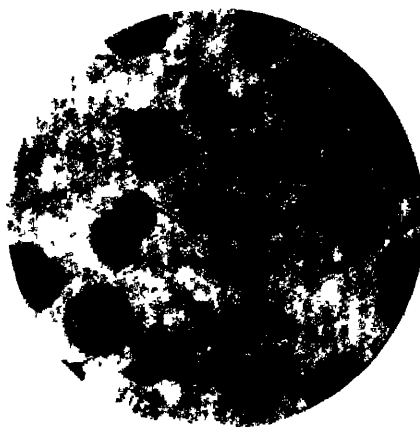
2

BACILLE DE PFEIFFER

XXX

BACILLE DU CHANCRE MOU

BACILLE DYSENTÉRIQUE

1

BACILLE TYPHIQUE

2

PROTEUS VULGARIS

VIBRION DU CHOLÉRA

SUR FOND NOIR A L ÉTAT FRAIS

BACILLE PYOCYANIQUE

SPIRILLUM VOLUTANS

XXXIV

1

BACILLE DE LA LÈPRE GLOBIE

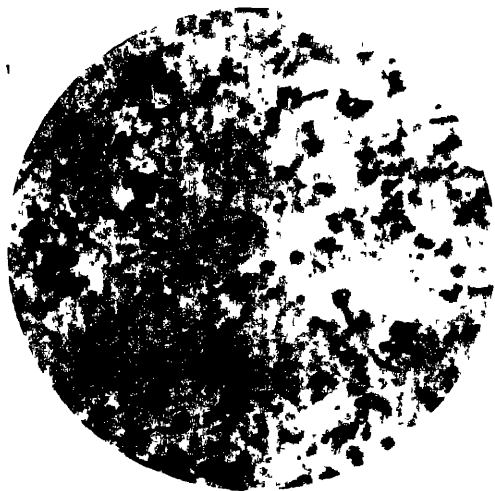
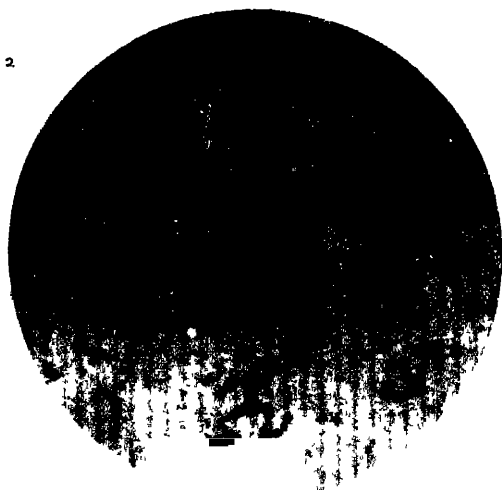
2

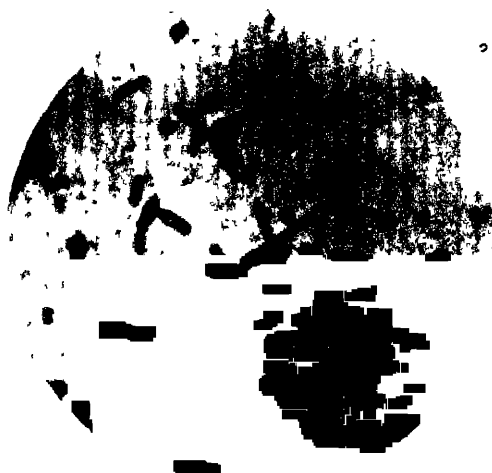
BACILLE DE LA TUBERCULOSE. CRACHAT

XXXV

1

MICROBE DE LA PÉRIPNEUMONIE DES BOVIDÉS

2

MICROBE DE L AGALAXIE CONTAGIEUSE

VIBRION SEPTIQUE CILS

VIBRION SEPTIQUE SPORULÉ

BACILLUS PERFRINGENS

BACILLUS CELLULOSAE DISSOLVANS

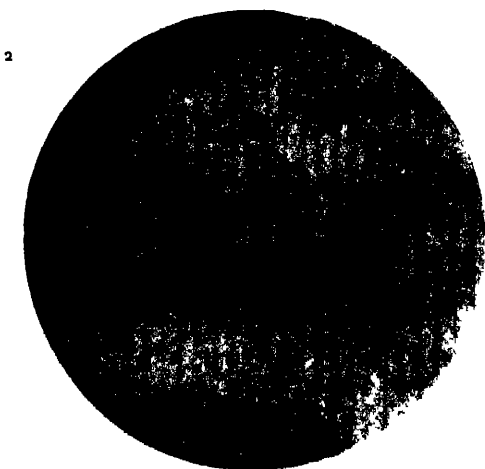
XXXVIII

BACILLE DU TÉTANOS. CILS

BACILLE DU TÉTANOS SPORULÉ

1

ASSOCIATION FUSO-SPIRILLAIRE

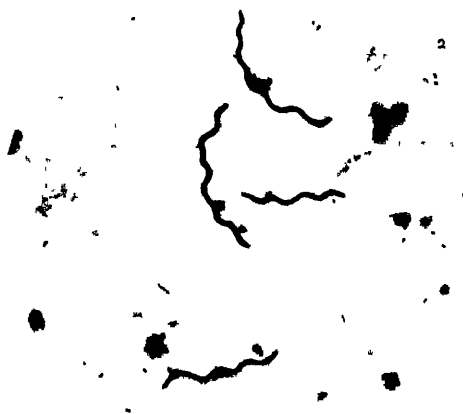
2

SPIRILLE DE LA FIÈVRE RECURRENTE

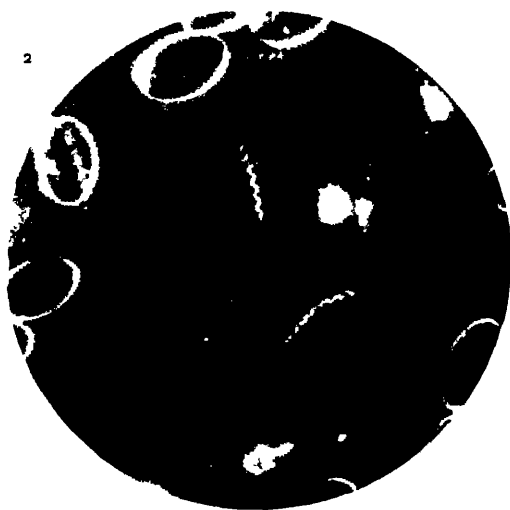
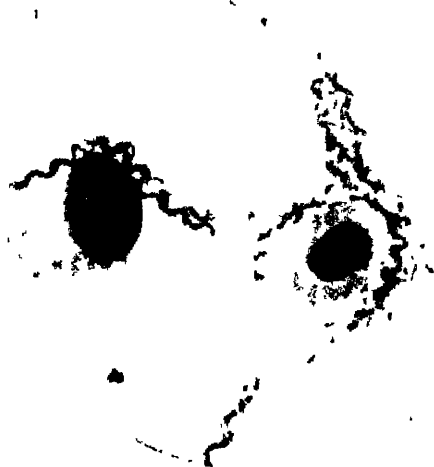
SPIRILLE DU SODOKU

SPIRILLES AVEC CILS

TRÉPONÈME DE LA SYPHILIS

TRÉPONÈME DANS LE FOIE D UN HÉRÉDO-SYPHILITIQUE

SPIROCHAETA DENTIUM

SPIROCHAETA BRONCHIALIS

SPIROCHAETA GALLINARUM

ETAT FRAIS FOND NOIR

XLIV

SPIROCHAETA ICTEROÏDES

SPIROCHAETA DE L'ICTÈRE HÉMORRAGIQUE

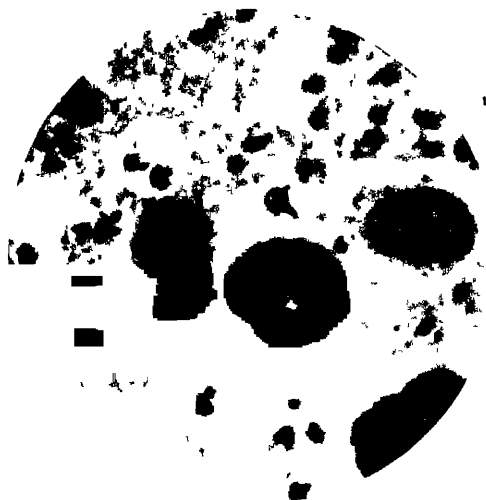
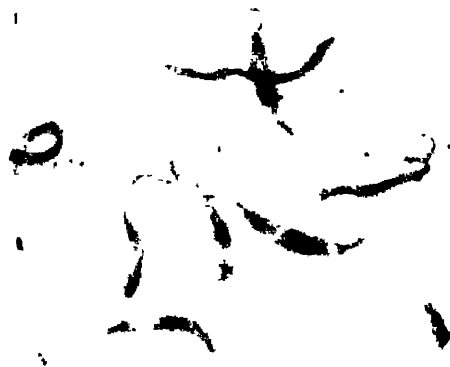
XLV

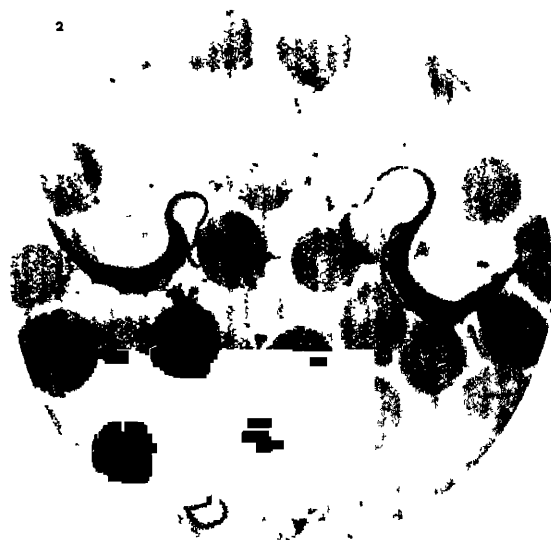
SPIRILLUM BALBIANI

SPIRILLE DES EAUX D'ÉGOUT

XLVI

XLVII

1

LEPTOMONAS DAVIDII

2

TRYPANOSOMA LEWISI

XLVIII

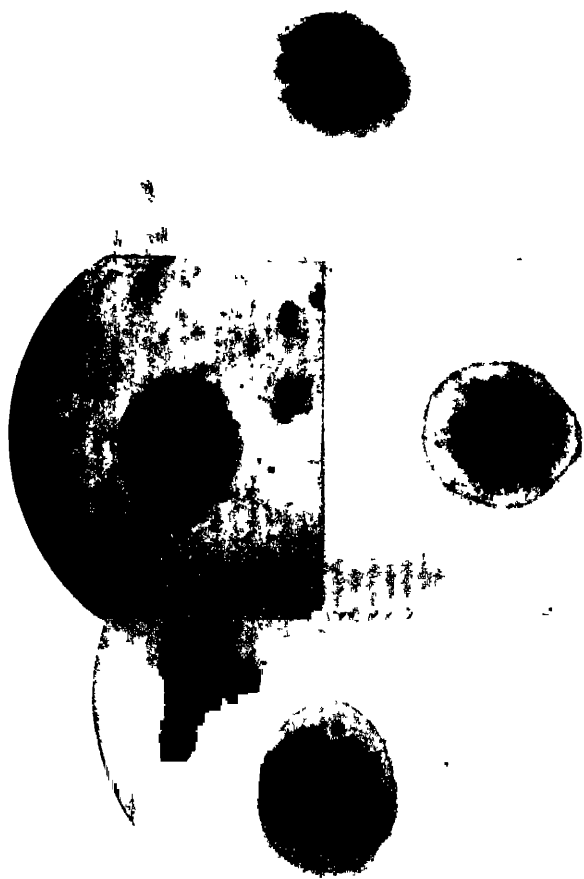
1

TRYPANOSOMA GAMBIENSE

2

TRYPANOSOMA DIMORPHON

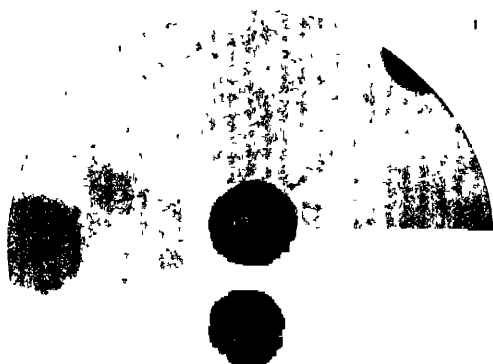
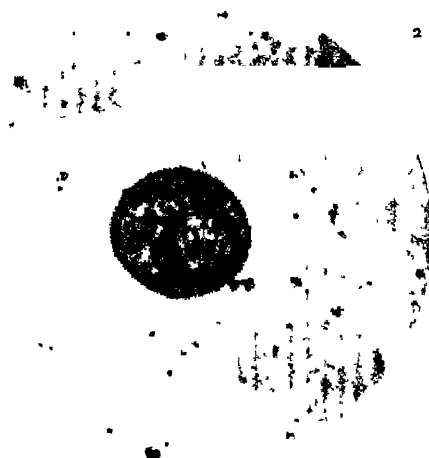
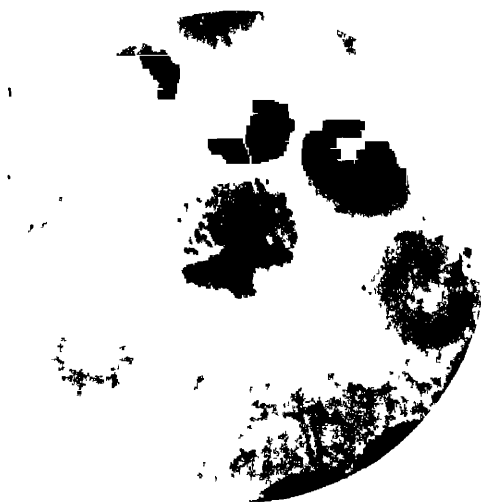
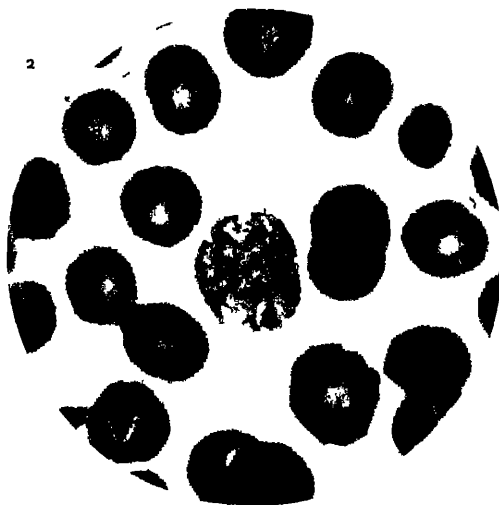
TRYPANOSOMA ROTATORIUM

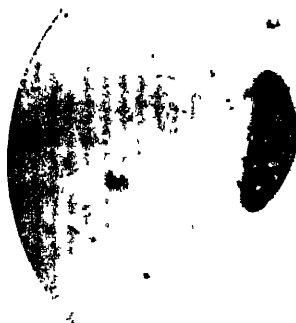
PIROPLASMES

AMIBE DYSENTÉRIQUE

1

PALUDISME. SPOROZOÏTE

2

PALUDISME. PARASITE PÉRIGLOBULAIRE

PALUDISME. PARASITE INTRAGLOBULAIRE

PALUDISME. SCHIZONTE JEUNE

PALUDISME FORME AMIBOIDE

PALUDISME DIVISION DU NOYAU DU PARASITE

PALUDISME. PARASITE EN CROISSANT

PALUDISME. PARASITE EN CROISSANT

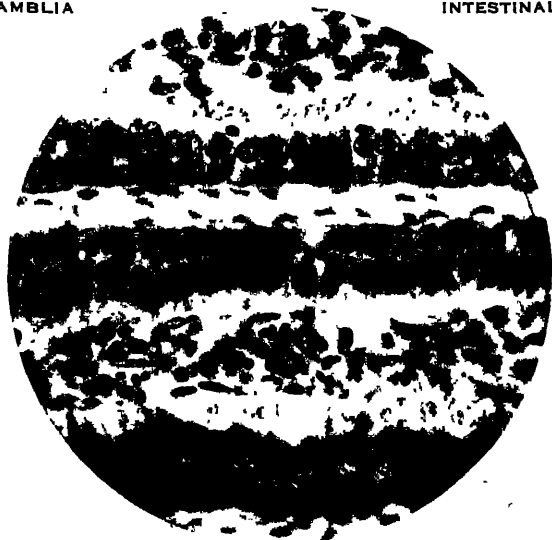
MACROGAMÈTE

MICROGAMÈTE

HÉMOGRÉGARINES. SANG D'OISEAU

1

LAMBLIA INTESTINALIS

2

LAMBLIA DANS L'INTESTIN D'UNE SOURIS

1

MICROFILAIRE

2

MICROFILAIRE DANS SA GAINE

LIX

2190